

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

**Rodinný dům – vytápění**

**The Family House – The Heating**

Student:

Martina Vodičková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petra Tymová

Ostrava 2010

### **Prohlášení studenta**

*Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.*

V Ostravě dne 3. května 2010

.....

Martina Vodičková

## **Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce**

*Prohlašuji, že*

- *byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3)*
- *souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona*
- *bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*
- *beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby*

V Ostravě dne 3. května 2010

.....

Martina Vodičková

## **Anotace**

Vodičková, Martina. *Rodinný dům – vytápění*. Bakalářská práce.

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2010.

Bakalářská práce se zabývá vytápěním v rodinném domě. V úvodu čtenáře seznamuje se základními pojmy jako jsou obnovitelné zdroje energie, biomasa a peletky. Další část se týká stavební části objektu. Jsou zde popsány veškeré konstrukce a postupy jež budou při stavbě použity. Grafickou část tvoří příloha v podobě stavebních výkresů. Nejdůležitější část, vytápění, podává informace o všech komponentech nutných k vytápění rodinného domu. Největší pozornost je věnována zdroji energie a také peletkám a jejich skladování, dále akumulční nádrži, otopným tělesům a zabezpečovacímu zařízení. V závěru práce je provedeno srovnání s jinými zdroji energie, jak po stránce finanční, tak po stránce ekologické.

## **Annotation**

Vodičková, Martina. *The Family House – The Heating*. Bachelor Thesis.

Ostrava: VSB – Technical University Ostrava. Faculty of Civil Engineering, 2010.

The bachelor thesis deals with heating in a family house. At the beginning is reader familiarize with basic concepts such as renewable energy resources, biomass and pellets. Another part concerns the construction of the building. There are all described structures and procedures to be used in the construction. The graphics part consists of appendices in the form of structural drawings. The most important part, heating, gives information on all components needed to heat the family house. The greatest attention is paid to energy source and also pellets and their storage, next accumulation tank, heaters and safety equipment. In conclusion, this work is compared with other energy sources, both from a financial to the ecological site.

## Obsah bakalářské práce:

Seznam použitého značení .....	8
<b>1 Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Základní pojmy .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Obnovitelné zdroje energie .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Biomasa .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Peletky .....</b>	<b>12</b>
<b>3 Průvodní zpráva .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Identifikace stavby .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Základní údaje charakterizující stavbu .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Údaje o stavebním pozemku a majetkoprávních vztazích .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Urbanistické řešení .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5 Architektonické a dispoziční řešení .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6 Stavební a konstrukční řešení .....</b>	<b>15</b>
<b>3.7 Technické zařízení budovy .....</b>	<b>16</b>
<b>3.8 Péče o životní prostředí .....</b>	<b>16</b>
<b>3.9 Věcné a časové vazby na okolí a související investice.....</b>	<b>16</b>
<b>3.10 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů .....</b>	<b>17</b>
<b>3.11 Požární ochrana .....</b>	<b>17</b>
<b>3.12 Rozsah projektové dokumentace .....</b>	<b>17</b>
<b>4 Technická zpráva stavební části .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Všeobecné informace .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Základní údaje charakterizující stavbu .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Stavebně technické řešení .....</b>	<b>19</b>
4.3.1 Příprava pozemku a zemní práce .....	19
4.3.2 Základy a podkladní betony .....	19
4.3.3 Svislé nosné konstrukce .....	19
4.3.4 Stropní konstrukce .....	20
4.3.5 Schodiště .....	20
4.3.6 Střecha .....	22
4.3.7 Podlahy .....	22
4.3.8 Příčky .....	23
4.3.9 Překlady .....	23

4.3.10	Pohledy a opláštění	23
4.3.11	Obklady	23
4.3.12	Hydroizolace, parozábrany, geotextilie	24
4.3.13	Tepelná, zvuková a kročejová izolace	24
4.3.14	Omítky, malby a nátěry	25
4.3.15	Truhlářské a klempířské	25
4.3.16	Komín	25
4.3.17	Větrání místnostní	26
4.3.18	Venkovní úpravy	26
<b>5</b>	<b>Technická zpráva vytápění</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>Tepelná bilance budovy</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Zdroj tepla</b>	<b>27</b>
<b>5.3</b>	<b>Systém regulace</b>	<b>29</b>
<b>5.4</b>	<b>Akumulační nádrž</b>	<b>30</b>
<b>5.5</b>	<b>Uložení paliva</b>	<b>32</b>
<b>5.6</b>	<b>Potřebné množství paliva</b>	<b>34</b>
<b>5.7</b>	<b>Zabezpečovací zařízení</b>	<b>35</b>
<b>5.8</b>	<b>Čerpadlo</b>	<b>36</b>
<b>5.9</b>	<b>Potrubní rozvody</b>	<b>36</b>
<b>5.10</b>	<b>Horizontální a svislé rozvody</b>	<b>36</b>
<b>5.11</b>	<b>Otopná tělesa</b>	<b>36</b>
<b>5.12</b>	<b>Požadavky na montáž a ostatní profese</b>	<b>41</b>
<b>5.13</b>	<b>Topné a tlakové zkoušky</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých pramenů</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy</b>	<b>46</b>

## SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

$\alpha$  – výtokový součinitel viz výrobce [-]

$\alpha_e$  - součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolního vzduchu

B – charakteristické číslo budovy [ $\text{Pa}^{0.67}$ ]

$\text{CO}_2$  – oxid uhličitý

C20/25 – pevnost betonu (Concrete) v tlaku válcová / krychlená

ČSN – Česká národní norma

c – měrná tepelná kapacita [ $\text{J/kg.K}$ ]

D – celkový průměr zatepleného potrubí

d – průměr trubky [ $\text{mm}$ ]

$\Delta Q_{max}$  – největší rozdíl tepelných výkonů [ $\text{kWh}$ ]

$\Delta v$  – měrné zvětšení objemu teplonosné pracovní látky na teplotě [ $\text{l/kg}$ ]

$\Delta p$  – tlaková ztráta [ $\text{kPa}$ ]

EN – expanzní nádoba

EPS – expandovaný polystyrén

g – tíhové zrychlení [ $\text{m/s}^2$ ]

$H_m$  – roční potřeba paliva na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [ $\text{t/kW}$ ]

$H_v$  – roční potřeba skladového prostoru na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [ $\text{m}^3/\text{kW}$ ]

$h_{max}$  – výškový rozdíl mezi těžištěm T vodního obsahu v EB a nejvyšším bodem pracovní látky v otopné soustavě s výškovou rezervou  $h_r$  [ $\text{m}$ ]

K – konstanta závislá na stavu syté vodní páry [ $\text{kW.mm}^{-2}$ ]

Kč – korun českých

kPa - kilopascal

kW – kilowatt

l - litr

$\lambda_{iz}$  – součinitel tepelné vodivosti izolace

$\lambda_t$  – součinitel tepelné vodivosti trubky

M – roční potřeba paliva [ $\text{t}$ ]

m – metr

mm - milimetr

NN – nízké napětí

NP – nadzemní podlaží

$\eta$  – stupeň využití EN [-]

$\eta_{sk}$  – objemová využitelnost skladu [%]

$p_B$  – barometrický tlak [kPa]

$p_{a1}$  – hydrostatický absolutní tlak [kPa]

$p_{a2}$  – nejvyšší dovolený absolutní tlak = otevírací absolutní tlak pojistného ventilu

$p_{max}$  – maximální provozní tlak kotle [kPa]

$\rho$  – hustota vody [kg/m<sup>3</sup>]

$\theta$  – teplota [°C]

$S_0$  – průřez sedla pojistného ventilu [mm<sup>2</sup>]

SDK – sádkartonová konstrukce

$s_t$  – tloušťka stěny [mm]

$Q_{1P}$  – teplo dodané ohřívačem během jedné periody [kWh]

$Q_{2t}$  – potřeba tepla pro ohřev zásobníku [kWh]

$Q_{2z}$  – tepelná ztráta [kWh]

$Q_p$  – pojistný výkon = jmenovitý výkon zdroje tepla [kW]

$Q_v$  – požadovaný výkon zdroje [kW]

OZE – obnovitelné zdroje energie

TRV – termoregulační ventil

TV – teplá voda

TiZn - titanzinek

$t_p$  – čas periody

$V$  – objem vody otopné soustavy [l]

$V_0$  – objem vody v celé otopné soustavě [l]

$V_{et}$  – objem expanzní tlakové nádoby [l]

$V_z$  – velikost zásobníku [l]

$V_R$  – redukováný objem [m<sup>3</sup>]

W - watt

$z$  – součinitel poměrné ztráty [-]

$\Phi_{In}$  – jmenovitý tepelný výkon [kW]



# 1 ÚVOD

Vzhledem k podnebí ve kterém se Česká republika nachází, je třeba přemýšlet, jak nejlépe zajistit teplo ve svých domovech. V posledních letech se objevují nové a nové materiály, které zajišťují minimální únik tepla. I přesto je však nutné topit. Tradiční zdroje energie pomalu docházejí a tím je ovlivněna i jejich cena. Lidé se vrací ke zdrojům energie které byly dříve samozřejmostí.

Jedním z nich je dřevo. Ovšem přikládat dřevem není pro dnešního člověka nejpohodlnější, proto byly „vynalezeny“ peletky. Pomocí nich může být proces vytápění zcela automatický. Stačí jen jednou nebo 2krát ročně nakoupit palivo a máme vystaráno.

Další výhodou dřevních peletek je jejich ekologičnost, do ovzduší uniká pouze tolik CO<sub>2</sub>, kolik stromy za svůj život spotřebují. Vytápění a ohřev teplé vody spotřebovávají s podílem 80,6% [15] největší část nákladů na energii v průměrné domácnosti. Proto je v zájmu nás i dalších generací snížit emise produkované vytápěním a ohřevem teplé vody.

Cílem práce je ukázat jeden z možných způsobů skladování pelet, vytápění rodinného domu a také porovnání nákladů na vytápění peletami a jinými zdroji.

## **2 ZÁKLADNÍ POJMY**

Na úvod by bylo dobré, vysvětlit si pojmy, které se budou v této práci vyskytovat. Většina z nich je známá, ale jak se říká, opakování je matkou moudrosti. Jedná se zejména o pojmy obnovitelné zdroje energie (dále jen OZE), biomasa, peletky.

### **2.1 Obnovitelné zdroje energie [2]**

Teprve v posledních několika staletích se postupně prosazovaly zdroje, které dnes považujeme za konvenční: uhlí, ropa, a naposledy uran. Vezmeme-li v úvahu, že písemná historie lidstva sahá 6000 let do minulosti, je toto poslední období zanedbatelné a je příliš brzy soudit, jestli je ziskem nebo ztrátou. Z tohoto pohledu je celkem lhostejné, jestli konvenční zdroje dojdou za 20, 50, 100 nebo třeba 1000 let. Může samozřejmě mnohem dříve nastat konec světa z vnějších příčin nebo se lidstvo může zlikvidovat v globální válce, pokud však má civilizace pokračovat, nastane s vysokou pravděpodobností situace, že obnovitelné zdroje budou opět dominovat. Z hlediska bezpečnosti dodávek energie je významné, že OZE jsou vesměs dostupné v místě použití. Pokud bude pokračovat současný trend růstu cen konvenčních energií a poklesu cen OZE, pak ani nemusíme řešit otázku životnosti zásob konvenčních energií, obnovitelné zdroje se prosadí ekonomickou cestou [9].

### **2.2 Biomasa [1]**

Biomasa obecně je veškerá organická hmota na Zemi, která se účastní koloběhu živin v biosféře. Jedná se o těla všech organismů, živých i mrtvých, od největších druhů až po mikroskopické – tj. živočichů, rostlin, hub, bakterií a sinic.

Z energetického hlediska je významná pouze energeticky využitelná biomasa (energetická biomasa, někdy zkráceně pouze biomasa). Biomasu můžeme považovat za akumulované sluneční záření, sice s nízkou účinností, zato v podstatě s nulovými ztrátami při dlouhodobé akumulaci. Požadavky na investice do technických zařízení mohou být malé, v extrémním případě pila a sekyra pro dřevo, respektive kosa a hrábě v případě bylin.

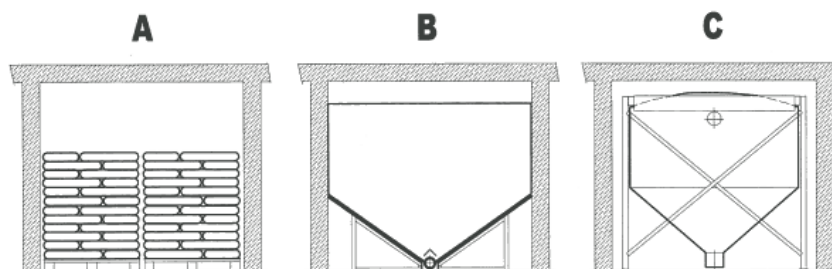
## 2.3 Peletky [10], [16]

Dřevní peletky (viz obr. 2-1) jsou perspektivním, vysoce komprimovaným, sypným fytopalivem, s vysokou výhřevností (do 18 MJ/kg), nízkým obsahem popelovin (0,5 až 1 %), malým obsahem vody (kolem 10 %), o průměrech od 6 do 20 mm, s délkou do 40 mm, odolným proti nárazu, s nízkými nároky na skladovací prostory a umožňujícím automatizaci procesů spalování. Vyrábějí se na protlačovacích matricových lisech hlavně z čisté dřevní hmoty někdy s malým přídavkem organických pojiv. Vlivem tlaku se piliny zahřejí, přičemž se uvolňuje lignin, který spolu s organickým pojivem - moukou s vysokým obsahem lepku - udrží peletku po vychladnutí v požadovaném tvaru a zároveň zabraňuje jejímu rozdrobení při manipulaci. Splňují nejvyšší požadavky na pohodlí vytápění objektů, při nákladech srovnatelných s ušlechtilými fosilními palivy a vysokým ekologickým efektem.



*Obrázek 2-1 Dřevěné peletky [16]*

Od výrobců jsou pelety distribuovány v pytlích po 15 kg, ve velkoobjemových vacích (big bag po 1 m<sup>3</sup>) nebo v cisternách. Jejich skladování je různorodé. Záleží pouze na nás a našich možnostech. Rozdílné řešení vyžaduje rozdílné nároky na prostor, dopravní zařízení a samozřejmě finance. Následující obrázek (obr. 2-2) popisuje 3 možnosti skladování pelet v domě. Nejméně nákladná ovšem také nejméně komfortní vůči uživateli je varianta A. Varianty B i C, již využívají k dopravě pelet pomocného zařízení, tudíž je dosaženo plně automatického provozu. Nevýhodou může být zábor poměrně velkého prostoru v domě. Bližší popis variant viz níže.



Obrázek 2-2 Základní typy skladů pelet [10]

**Varianta A** - skladování v pytlích je u nás zatím nejrozšířenější, vzhledem k fyzické manipulaci s pytli při přikládání by měl být sklad co nejbližší ke kotli, nevyžaduje úpravu skladu, prostorová využitelnost skladu je do 60 %.

**Varianta B** - skladování ve vyspádovaných skladech, skladová místnost je vyspádována pod úhlem 35 až 40° do sběrného žlabu, ve kterém je umístěn buď vynášecí šnek šnekového dopravníku pelet nebo sběrné sondy pneumatického dopravníku, prostorová využitelnost je do 70 %.

**Varianta C** - skladování v zásobnících, velkoobjemové vaky o objemu 2 až 10 m<sup>3</sup> jsou vyrobené ze speciální antistatické textilie vyspádované do sběrného místa, ve kterém je umístěná sběrná sonda pro pneumatický, či šnekový podavač, sklad není zapotřebí stavebně upravovat, ale objemová využitelnost je do 45 %.

Další variantou jak pelety skladovat je podzemní tank (obr. 2-3) mimo dům. Jestliže není v domě dostatek místa pro zásobník na pelety, nebo jestliže má být prostor využíván pro jiné účely, je zemní tank ideálním řešením. Zemní tank bude zcela zakopán mimo dům v zahradě. Vidět je pouze nenápadný kryt šachty. Přes napojený sací systém se pelety dostanou jednoduše ke kotlovému zásobníku.



Obrázek 2-3 Podzemní tank [5]

### **3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA**

#### **3.1 Identifikace stavby**

Název stavby:	Novostavba rodinného domu v Ostravě – Staré Bělé
Stupeň dokumentace:	Realizační projekt
Investor a vlastník pozemku:	Manželé Natálie a Jakub Dřevění Jugoslávská 20, Ostrava – Zábřeh, 700 30
Projektant:	Martina Vodičková V. Košaře 23, Ostrava – Dubina

#### **3.2 Základní údaje charakterizující stavbu**

Investor si objednal realizační projekt novostavby rodinného domu pro 4-5 osob. Součástí objednávky je i zpracování projektu vytápění rodinného domu pomocí ekologického zdroje energie. Projekt byl vyhotoven na základě architektonické studie v souladu s urbanistickými regulativy města Ostravy.

#### **3.3 Údaje o stavebním pozemku a majetkoprávních vztazích**

Staveniště o celkové výměře 1092 m<sup>2</sup> v katastrálním území Ostrava se nachází v obytné zástavbě města s rodinnými domy. Pozemek s parcelním číslem 848/7 je ve vlastnictví stavebníka a parcela je v územním plánu vedena jako stavební pozemek. Terén je rovinatý a parcela má obdélníkový tvar. Základová půda je tvořena písčitojíllovými hlínami pevné konzistence. V území nebylo zjištěno unikání radonu. V rámci geologického průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Úpravy ploch a výšky upravených terénů jsou uvedeny ve výkrese 1.NP. Poměry v území se realizovanou stavbou podstatně nemění a stavba nevyžaduje nové nároky na dopravní a technickou infrastrukturu. Vstup pro pěší i vjezd pro vozidla budou upraveny, zpevněny a budou přístupny z ulice Mitrovické. Všechny inženýrské sítě jsou na hranici pozemku rovněž přístupny z ulice Mitrovické. Pozemek zatím není oplocen a je porostlý vzrostlou trávou, 10 bukovými stromy a 4 borovicemi.

### **3.4 Urbanistické řešení**

Objekt rodinného domu je situován v obytné zóně Ostrava – Stará Bělá. Poloha budovy je určena regulační uliční čarou. Podélná osa objektu (orientace S-J) je rovnoběžná s osou komunikace (ul. Mitrovická). Vjezd na pozemek navazuje na garáž, která je ve východním křídle budovy. Pěší vstup je od mobilní komunikace oddělen pruhem zeleně. Objekt splňuje závazné pokyny zadané regulačním plánem.

### **3.5 Architektonické a dispoziční řešení**

Půdorys objektu rodinného domu je ve tvaru písmena T. Budova je dvoupodlažní bez podsklepení. Střední část a západní strana hlavy písmene T tvoří denní zónu domu. Je zde umístěna denní koupelna, pracovna, obývací pokoj a kuchyň s jídelnou. Obývací pokoj je opticky rozšířen venkovní krytou terasou. Východní hlavu písmene T tvoří technické zázemí domu. Je zde garáž pro dvě osobní auta, technická místnost a komora. Druhé patro domu tvoří noční zóna. Jsou zde umístěny pokoje dětí, ložnice se samostatnou koupelnou, koupelna a WC. Nedílnou součástí patra je terasa přístupná z chodby a dětského pokoje. Součástí stavby je zahradní úprava s oplocením a drobnou architekturou.

### **3.6 Stavební a konstrukční řešení**

Objekt z hlediska konstrukčního řešení není nijak vyjímecný, byly zvoleny klasické konstrukce a postupy. Objekt je založen na pásech z prostého betonu, zděný z konstrukčního systému YTONG. Střecha je plochá, řešená jako zelená inverzní střecha. Stropy jsou tvořeny bílým stropem firmy YTONG. Schodiště je jednoramenné, ocelové s dřevěným opláštěním stupňů. Technické instalace jsou vedeny v předstěnách ze sádkartonu.

### **3.7 Technické zařízení budovy**

KANALIZACE – splaškové vody včetně vody dešťové budou napojeny na veřejnou kanalizaci v ul. Mitrovické. Materiál veškerých trubních rozvodů z plastu.

VODOVOD – napojení na hlavní vodovodní řád, vodoměrná šachta bude provedena cca 2 metry za hranicí pozemku. Rozvody budou měděné s tepelnou izolací.

VYTÁPĚNÍ – řešeno viz Technická zpráva vytápění

ELEKTROINSTALACE - napojení na elektrickou síť bude provedeno ze sloupu stávajícího vedení NN AlFe 4x16 umístěného vedle místní komunikace.

### **3.8 Péče o životní prostředí**

V předstihu (v zimním období) budou pokáceny všechny bukové stromy a dvě borovice. Dřevo bude nabídnuto k odprodeji veřejnosti. Před zahájením zemních prací bude provedena ochrana ponechaných stromů. Odpady vzniklé při realizaci stavby budou odvezeny na řízenou skládku. Odpady vzniklé provozem objektu budou tříděny a odvoz bude zajištěn smluvně s technickými službami Ostrava. Vzhledem k charakteru stavby nebude životní prostředí provozem negativně ovlivněno.

### **3.9 Věcné a časové vazby na okolí a související investice**

Podmínkou ke kolaudaci je připojení objektu na inženýrské sítě. Dočasný zábor části komunikace a přilehlého zatravněného pásu při realizaci přípojek bude projednán se správcí sítí a dopravně označen dle ČSN 01 80 20. Stavební dvůr a dočasné skládky budou realizovány na stavebním pozemku. Na stavbě bude veden stavební deník a vykonáván pravidelný stavební dozor. Všichni pracovníci na stavbě budou proškolení dle platných bezpečnostních předpisů.

### 3.10 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů

Veškeré obvodové konstrukce splňují požadavky ČSN 73 05 40 na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Skladba konstrukcí i jejich posouzení s normou je uvedeno v příloze č. 1.

### 3.11 Požární ochrana

Objekt je tvořen jediným požárním úsekem. Veškeré konstrukce a materiály splňují požadavky na požární ochranu budov. Objekt bude vybaven dvěma autonomními hlásiči požáru. Jeden bude umístěn v 1.NP v prostoru kuchyně a druhý ve 2.NP na chodbě. V technické místnosti bude umístěn požární hasicí práškový přístroj. Stavba rodinného domu nezasahuje do požárně nebezpečných prostorů okolních pozemků.

### 3.12 Rozsah projektové dokumentace

Označení výkresu	Název výkresu	Měřítko výkresu
S 01	Koordinační situace	1:200
S 02	Základy	1:50
S 03	Půdorys 1.NP	1:50
S 04	Půdorys 2.NP	1:50
S 05	Půdorys stropu nad 1.NP	1:50
S 06	Půdorys střechy	1:50
S 07	Řez A-A'	1:50
S 08	Pohledy	1:100
V 01	Půdorys 1.NP – vytápění	1:50
V 02	Půdorys 2.NP – vytápění	1:50
V 03	Rozvinutý řez	1:50
V 04	Schéma zapojení	-

TAB. 3-1 Seznam výkresů



## 4 TECHNICKÁ ZPRÁVA ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ

### 4.1 Všeobecné informace

Název:	Rodinný dům
Místo:	Ostrava – Stará Bělá, Mitrovická ulice (parcela č. 848/7)
Investor a uživatel:	Manželé Natálie a Jakub Dřevění, Ostrava – Zábřeh, Jugoslávská 20, 700 30
Generální dodavatel stavby:	DODÁME VŠE OSTRAVA
Projektant:	Martina Vodičková
Ateliér:	VŠB – TUO
Plocha pozemku parcely 848/7:	1092,00 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha:	233,33 m <sup>2</sup>
Zpevněná plocha:	117,97 m <sup>2</sup>
Celková zastavěná plocha včetně zpevněných ploch:	351,30 m <sup>2</sup>
Podlahová plocha celkem:	444,04 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	1364,90 m <sup>3</sup>

### 4.2 Základní údaje charakterizující stavbu

Dvoupodlažní objekt rodinného domu je ve tvaru nepravidelného T, jeho strany jsou skoro stejně dlouhé, hlava písmene T, je orientována na severo-východ. 1. NP slouží jako denní zóna, je zde umístěna garáž, technická místnost, koupelna s WC, pracovna, obývací pokoj, kuchyň s jídelním koutem a komora. Obývací pokoj má sníženou podlahu, oproti ostatním místnostem, výškový rozdíl překonává samonosné dřevěné schodiště o dvou stupních. 2.NP slouží jako noční zóna a jsou zde umístěny ložnice a koupelny. Obytné místnosti jsou orientovány převážně na jihozápad, pracovna na jihovýchod a ložnice na severovýchod. Vstup do objektu je z východní strany, stejně jako dvoj garáž, která má samostatný vstup do objektu. Schodiště je umístěno v prostoru kuchyně. V 1.NP je z obývacího pokoje umožněn vstup na menší venkovní terasu, ve 2.NP je z dětského pokoje a chodby umožněn vstup na prostornější terasu. Střecha objektu je plochá, řešená jako inverzní zelená střecha s intenzivním porostem.

## **4.3 Stavebně technické řešení**

### **4.3.1 *Příprava pozemku a zemní práce***

Před zahájením výkopů bude v rozsahu 60% pozemku sejmuta ornice mocnosti 0,3 m, která bude deponována na oddělené skládce tak, že ji bude možno využít k následným rekultivacím. Výkopy rýh jsou svislé, nepažené nejvíce do hloubky 1,3 m. Zemina bude zčásti deponována v blízkosti stavby, přebytek bude odvezen na skládku určenou stavebním úřadem v Ostravě. Na hutněné zásypy (pod schodištěm a vjezdem do garáže) bude dovezen netříděný štěrkopísek.

### **4.3.2 *Základy a podkladní betony***

Na základě prováděného inženýrsko-geologického průzkumu jsou podmínky pro zakládání jednoduché a nenáročné. Objekt je založen na základových pásech z prostého betonu C20/25. Do základů budou vloženy zemnicí pásy. Minimální hloubka založení od upraveného terénu je 800 mm. Pouze schodiště a nájezd do garáže je založen do hloubky 300 mm a do hloubky 800 mm je zhutněné štěrkopískové lože. Podkladní betony jsou z prostého betonu C20/25 tloušťky 150 mm. Pod příčkami je umístěna svařovaná síť 150x150x6 mm. V rámci terasy je navržen podkladní beton se svařovanou sítí 150x150x6 mm.

### **4.3.3 *Svislé nosné konstrukce***

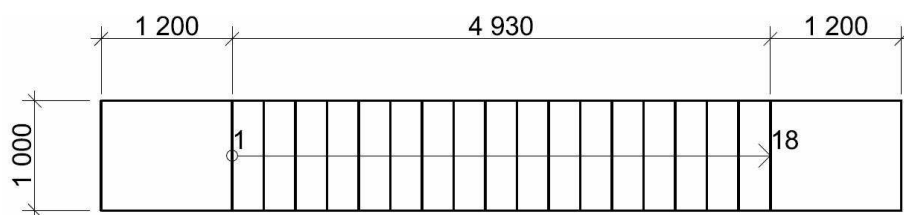
Obvodové stěny jsou zděné z cihelných bloků YTONG LAMBDA P2 – 350 tloušťky 500 mm na tenkovrstvou zdící maltu YTONG o tloušťce 1 mm. Cihly jsou ve formátu 499x249x300 mm. Vnitřní nosné stěny jsou vyzděny z cihel YTONG Přesné tvárnice P2 – 400 na tenkovrstvou zdící maltu YTONG o tloušťce 1mm. Cihly jsou ve formátu 375x249x599. Na terase je vybetonován sloup o rozměrech 500x500 s výztuží dle statického návrhu.

#### 4.3.4 Stropní konstrukce

Stropní konstrukce 1.NP i 2.NP jsou tvořeny systémem Bílý strop YTONG. Jedná se o klasický vložkový typ stropu. Stropní nosníky tvoří příhradová prostorová výztuž kotvená do betonové patky obdélníkového průřezu s rozměry 120x40 mm. Celková výška nosníků včetně horní výztuže je 200mm. Osová vzdálenost nosníků je 680mm. Mezi nosníky jsou vkládány stropní vložky z pórobetonu, třídy P4 – 500 o rozměrech 599x200x249 mm. Celý strop je po uložení zmonolitněn vrstvou prostého betonu v tloušťce 100 mm. Část stropu u schodiště je tvořena stropními dílci YTONG P4,4 – 600 o rozměrech 520x200x1270 mm a stejně jako vložkový strop je zmonolitněn vrstvou prostého betonu. Strop v obývací pokoji je z důvodu jiné pozice nosné stěny v druhém nadzemním pokládán na skrytý průvlak, tvořen dvěma HEB profily. Tyto profily jsou uloženy na jedné straně na vnitřní nosné zdi a na straně druhé na překladu U firmy YTONG. Je tedy nutné navrhnout vyztužení tohoto překladu a části nosné zdi, výpočet provede statik. Železobetonový monolitický věnec výšky 250 mm je navržen v rámci stropů 1.NP i 2.NP. Po obvodu je chráněn proti tepelným únikům věncovkou YTONG, tloušťky 125 mm (50 mm tepelné izolace, 75 mm pórobetonu P4 – 500).

#### 4.3.5 Schodiště

Vertikální komunikace v objektu je řešena přímočarým jednoramenným schodištěm, které má 18 stupňů, výška stupně je 169,44 a šířka 290mm. Výpočet i schéma jsou uvedeny níže. Schodišťové stupně jsou ocelové, s dřevěným opláštěním. Bude použito kvalitní dubové dřevo, ošetřeno bezbarvým, pololesklým lakem na dřevo od firmy Primalex. Lak zvýrazňuje charakteristickou strukturu dřeva a je odolný vůči chemikáliím běžně užívaným v domácnostech. Z jedné strany jsou schodišťové stupně vetknuty do nosné zdi a na druhé straně jsou zavěšeny na ocelových lankách, jež jsou uchyceny na válcovaném HEB profilu uloženém ve stropní konstrukci. Zábradlí je pouze v 2. NP kolem volného prostoru a je řešeno jako ocelové se skleněnou výplní. Schodiště je z jedné strany chráněno zdí a z druhé strany ocelovými lanky.



Obrázek 4-1 Schéma schodišťového prostoru

### Výpočet schodiště:

1) Výška od podlahy k podlaží – konstrukční výška  $h = 3\,050\text{ mm}$

2) Šířka ramene –  $\text{š.r} = 1000\text{ mm}$

3) Počet stupňů - PS:

$$PS = \frac{h}{IDV} \quad (1)$$

$$PS = \frac{3050}{170} = 17,94 \approx 18$$

Kde:  $IDV$  – ideální výška  
stupně =  $170\text{ mm}$

Šířka stupňů – b:

$$b = 630 - 2h \approx 290\text{ mm} \quad (2)$$

4) Délka ramene – L

$$L = (p.\text{š}) \cdot b \quad (3)$$

$$p.\text{š} = PS - 1 = 18 - 1 = 17 \quad (4)$$

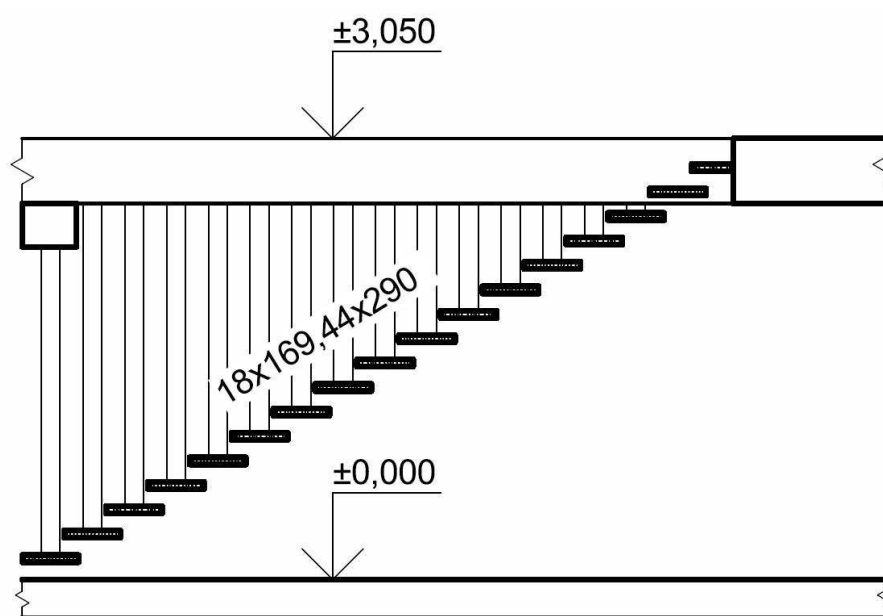
$$L = 17 \cdot 290 = 4930\text{ mm}$$

Kde:  $p.\text{š}$  – počet šířek

$p.v$  – počet výšek

5) Podesta – p

$$p = \text{š.r} + 100 \approx 200 = 1000 + 200 = 1200\text{ mm} \quad (5)$$



Obrázek 4-2 Řez schodištěm

#### **4.3.6**      ***Střecha***

Zastřešení objektu je provedeno jako inverzní zelená střecha s intenzivním porostem. Střecha je rozdělena na dvě části jejich odvodnění je řešeno na každé části samostatně pomocí vnitřních vpustí. Sklon střechy je v menší části 4,66% a na větší 4,40% . Skladba střechy je tvořena vegetací, vegetačním substrátem, drenážní vrstvou a tepelnou izolací v tloušťce 200 mm. Přesná skladba střechy je uvedena ve výkrese ŘEZU A-A'. Oplechování atiky je provedeno z plechů materiálu TiZn, spádovány jsou směrem dovnitř, se sklonem min 5%. Výlez na střechu je řešen pomocí žebříku z terasy v 1. NP.

Dřevěný přístřešek kolem domu je řešen pomocí dřevěné konstrukce. Sloupky jsou založeny do nezámrzé hloubky, dřevo je chráněno proti zemní vlhkosti vzdáleností 300 mm od terénu, pomocí ocelových úhelníků a stojek. Krytina přístřešku je tvořena dřevěným štípaným šindelem z modřínového dřeva s požadovanou úpravou pro zvýšení odolnosti. Životnost správně udržovaného šindele se pohybuje okolo 50 – 70 let. Odvodnění je řešeno pomocí střešních žlabů, jež jsou svedeny do země a po té do splaškové kanalizace. Připevnění přístřešku k obvodovému zdivu je provedeno za pomoci ocelových kotev a úhelníků.

#### **4.3.7**      ***Podlahy***

Podlahy jsou navrženy dle hygienických norem a provozního požadavku investora. Jednotlivé nášlapné povrchy podlah jsou uvedeny v tabulce místností (viz půdorysy podlaží). U všech podlah (v celé tloušťce podlahy) je po obvodu stěn izolační pásek REGUPOL tl. 15 mm. Dilatační spáry v betonových mazaninách jsou v maximálních úsecích 3x3 m (na vazbu). Před provedením podlah je nutno osadit navržené instalace dle projektu jednotlivých profesí. Podlaha v garáži a technické místnosti je vyspádovaná do podlahových vpustí. Jejich umístění a spád podlah je naznačen na výkrese půdorysu 1.NP. Přesná barevná a materiálová specifikace koberců, marmolea a dlažby bude upřesněna při realizaci s architektem interiérů.

#### **4.3.8 Příčky**

V obou nadzemních podlažích jsou navrženy příčky zděné z Přesných příčkovek P2 – 500 firmy YTONG na tenkovrstvou zdící maltu YTONG. Příčky mají šířku 150mm. V místnostech hygienického zařízení jsou navrženy pro zavěšení sanitárních předmětů a pro krytí instalačních rozvodů zdravotní instalace sádrokartonové předsazené stěny (tl. 100 mm) na roštu z CW zesílených profilů.

#### **4.3.9 Překlady**

V obou nadzemních podlažích jsou použity překlady firmy YTONG, podle rozměrů otvorů a šířky stěny se liší jejich typy. V 1.NP je uvnitř dispozice použit jeden železobetonový průvlak mezi obývacím pokojem a kuchyní. Výpis překladů je uveden na výkresech 1.NP a 2.NP.

#### **4.3.10 Podhledy a opláštění**

V obývacím pokoji bude skryt ocelový skrytý průvlak pomocí sádrokartonového podhledu tloušťky 40 mm. V garáži je tepelně izolační podhled PPS BACHL + SDK (celková tl. 75 mm).

#### **4.3.11 Obklady**

V místnostech hygienického zařízení a v kuchyni jsou navrženy keramické obklady (poloha, velikost obkladaček a rozsah viz výkresy podlaží a legendy místností). Přesné určení barevného řešení a typu obkladu bude určeno architektem v průběhu realizace stavby.

Vnější obklad bude tvořen dřevěným roštem, v blízkosti terénu je chráněn proti zemní vlhkosti speciálním nátěrem. Z architektonického hlediska není dodržena minimální odstřiková vzdálenost od terénu 300mm. Umístění dřevěného roštu viz výkres pohledů.

#### **4.3.12      *Hydroizolace, parozábrany, geotextilie***

***Izolace proti zemní vlhkosti:*** Nevyztužená fólie na bázi měkčeného polvinylchloridu (PVCP) – FATRAFOL H – 803, tloušťka 1,5 mm. Po obou stranách chráněna technickou textilií ze syntetických vláken. Izolace vytažena nad upravený terén minimálně 300 mm. Spoje jsou realizovány technologií „studeného svařování“ rozpouštědlem THF. Ochranná vrstva: geoNETEX M – netkaná geotextilie firmy JUTA

***Hydroizolace podlah:*** Koupelny jsou chráněny disperzní izolací OKAMUL DF. Povrch podlahy musí být rovný a vyhlazený. Na plochu se nanese základový nátěr OKAMUL GG – disperzní přednátěr, který upraví prašnost a savost podkladu. Dále se nanese první vrstva izolace OKAMUL DF, po 1-2 hodinách můžeme nanést druhou vrstvu izolace. Na takto připravený podklad lze zhruba po 6 hodinách pokládat dlažbu.

***Hydroizolace zelené střechy:*** FATRAFOL S – 808 s textilní podložkou, určená pro zelené a inverzní střechy. Hydroizolační fólie se klade přímo na podkladní vrstvu. Jednotlivé pásy fólie se pokládají pouze s podélnými přesahy, a to z výroby ponechaným okrajem bez textilní podložky přes okraj sousedního pásu v šířce nejméně 50 mm. Kotvení k podkladu se provádí lepením, doporučenými PU lepidly.

#### **4.3.13      *Tepelná, zvuková a kročejová izolace***

Podlahy ve 2.NP jsou chráněny proti šíření kročejového hluku izolací Rockwool Steprock HD v tloušťce 110 mm. Sádkartonové příčky jsou vyplněny příčkovou plstí G+H ISOVER tl. 70 mm a 50 mm u SDK obkladu. Podhled v garáži tvoří desky pěnového polystyrénu PPS Bachl tl. 50 mm. Izolaci podlahy na zemině tvoří tepelná izolace ISOVER EPS NeoFloor 100 tl. 140 mm. Izolaci zelené střechy tvoří tepelná izolace ISOVER EPS 200S tl. 200 mm

#### **4.3.14      *Omítky, malby a nátěry***

**Vnitřní** – zdiva a stropů YTONG: sádrová omítka firmy CEMIX. Omítka se nanáší v jedné vrstvě. Barevná úprava bude provedena pomocí barvy Primalex Plus v daném odstínu jež určí architekt. Příruby ocelových nosníků – překladů je nutno obalit pletivem KERAMID, sádrokartonové povrchy budou přetmeleny a přebroušeny a povrch dotvoří 2 vrstvy nátěru Sádromal.

**Vnější** – cementový postřík CEMIX, výrazně zlepšuje adhezi následně aplikovaných vrstev k běžným zdícím materiálům. V další vrstvě se nanese jemná jádrová omítka CEMIX, kterou lze stočit a tudíž není nutná další povrchová úprava štukovou omítkou. Vrstva omítky cca 15 mm.

#### **4.3.15      *Truhlářské a klempířské výrobky***

Okna a venkovní dveře jsou dřevohliníková firmy Winlux s hotovou povrchovou úpravou. Posuvné dveře jsou tvořeny hliníkovým systémem Vekra a garážová vrata jsou od firmy LOMAX sekčního typu. Interiérové dveře jsou dřevěné, od firmy Šembera. Přesnější specifikace viz výkresy podlaží. Klempířské výrobky jsou okapy a oplechování atiky a komínového tělesa. Budou provedeny z Rheinzinku tloušťky 0,7 mm.

#### **4.3.16      *Komín***

Komín od kotle na pelety bude proveden z Schiedel tvarovek Absolut typ ABS 14L14. Jedná se o dvouprůduchovou tvárnici s víceúčelovou šachtou. V nadstřešní části bude použita komínová hlava UNI\*\*\* FINAL taktéž od firmy Schiedel, ve stejném provedení jako tvarovky komínového tělesa. Interiérové napojení kotle bude řešeno pomocí kouřovodu, daného průměru. Řešeno v projektu ústředního vytápění. Jednou průduchovou šachtou bude do technické místnosti přiváděn čerstvý vzduch a víceúčelovou šachtou bude zajištěno větrání koupelny v druhém nadzemním podlaží. Z tohoto důvodu je třeba víceúčelovou šachtu směrem od ventilátoru k podlaze zaslepit.



#### **4.3.17**      *Větrání místností*

Je navrženo přirozeně okny v každé místnosti je navrženo okno s nastavitelnou ventilační šterbinou. V komoře jsou větrací mřížky o průměru 160mm a v obou šatnách (studentského pokoje a ložnice) jsou ve dveřích umístěny větrací mřížky požadovaného rozsahu. Na WC v 2.NP je navrženo odvětrání pomocí ventilátoru na střechu, v koupelně v 2.NP je větrání řešeno přes víceúčelovou šachtu komína, také pomocí ventilátoru.

#### **4.3.18**      *Venkovní úpravy*

Podél objektu (mimo navazující terasu a přilehlé komunikace) je navržen odvodněný obsyp oblázky šíře 500 mm s betonovým obrubníkem. Přístupová a příjezdová komunikace bude provedena z betonové dlažby firmy BEST, typ ARCHIA ohraničená betonovým obrubníkem.

## 5 TECHNICKÁ ZPRÁVA VYTÁPĚNÍ

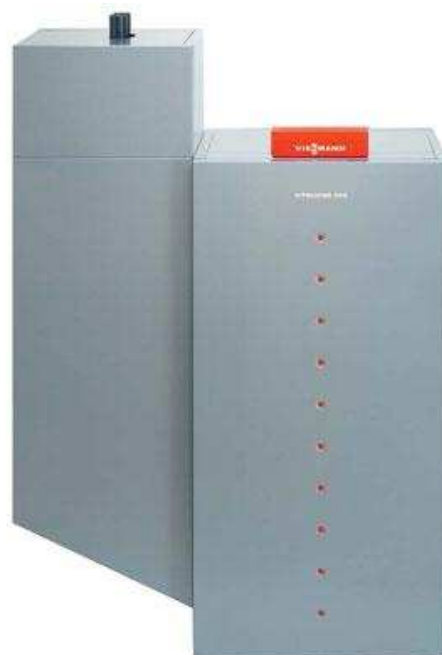
### 5.1 Tepelná bilance budovy

Tepelná bilance celého objektu 1.NP a 2.NP byla stanovena dle ČSN 75 03 40 pro oblastní výpočtovou teplotu  $t = -15^{\circ}\text{C}$  (Ostrava). Průměrná teplota v otopném období je  $4^{\circ}\text{C}$  a počet otopných dní je 229. Všechny konstrukce objektu vyhovují požadavkům z hlediska tepelně technických vlastností (viz přílohy). Podrobný výpočet tepelných ztrát byl proveden pomocí programu ZTRÁTY 2009, viz příloha č. 2. Budova byla klasifikována jako nechráněná, samostatně stojící, v normální krajině. Celková tepelná ztráta prostupy konstrukcemi i větráním činí 14,284 kW.

### 5.2 Zdroj tepla

Po výpočtu celkových tepelných ztrát objektu byl navržen kotel na dřevní peletky firmy Viessmann Vitoligno 300-P o jmenovitém výkonu v rozsahu 6- 18 kW. Součástí kotle je zásobník na pelety, jež bude podle potřeby plněn sacím systémem z externího podzemního tanku viz kapitola 5.3 Uložení paliva.

Ocelový topný kotel Vitoligno 300-P se svým velkým modulačním rozsahem 1:3 nabízí širokou paletu použití. Díky použité dvojité regulaci spalování se sondou Lambda a teplotním čidlem má kotel vysokou účinnost (až 95%) a nízké emise prachu a CO. Trvale vysokou účinnost zaručuje automatické čištění topných ploch. Přizpůsobením topné plochy potřebě tepla (konstrukční princip Variopass) je zajištěn účinný provoz kotle také v rozsahu dílčího zatížení.



Obrázek 5-1 Kotel Viessmann se zásobníkem na peletky[18]

Účinný provoz s dílčím zatížením s Variopass [18]: V prvním tahu redukuje třítahový princip rychlost proudění spalin, v druhém tahu usměrňuje vznášející se částice do komory na popel a třetím tahem odvádí z větší části bezprašné spaliny. Díky novému konstrukčnímu principu Variopass se topná plocha přizpůsobuje aktuálnímu provoznímu stavu. Speciální mechanismus při provozu s dílčím zatížením automaticky zmenšuje topné plochy druhého a třetího tahu kotle a tím zaručuje vysoký stupeň využití ve všech fázích provozu.

Kotel poskytuje automatické odpopelování spalovacího prostoru lamelovým roštem z ušlechtilé oceli pro vysokou provozní spolehlivost. Zásuvnou jednotku, sestávající z dávkovacího zařízení s hradítkem a zásuvným šnekem pro přesné, úsporné dávkování paliva s stoprocentní bezpečností proti zpětnému prošlehnutí plamene. Automatické a energeticky úsporné zapalování s keramickým topným článkem. Provoz kotle je řízen elektronickou regulací Vitotronic. Tato umožňuje snadnou obsluhu a regulaci a také automatickou kontrolu funkcí.

Technické údaje o kotli [18]: Rozměry kotle i se zásobníkem na pelety jsou 1160 x 1065 mm a celková výška je 1780 mm. Maximální teplota výstupní vody nastavitelné na regulaci je 75°C. Při teplotě 100°C dochází k vypnutí bezpečnostního termostatu. Minimální teplota vratné větve při provozu s akumulacím zásobníkem topné vody je 45 °C. Přípustný provozní tlak kotle jsou 3 bary. Objem kotlové vody 100 litrů. Přípojky topného kotle pro vstup a výstup kotlové vody jsou 1 ½ palce. Střední teplota spalin při horním tepelném výkonu je 125°C, při dílčím zatížení (33% horního tepelného výkonu) 70°C. Spalinové hrdlo kotle má průměr 130 mm. Potřebný spalinový tah (při plném zatížení) je 10 Pa. Obsah CO<sub>2</sub> ve spalinách je 12%. Maximální elektrický příkon kotle při zapálení je 350 W, při topném provozu 65 W a při dopravě pelet sacím systémem 1960 W.

Kotel je umístěn v 1. nadzemním podlaží v technické místnosti. Místnost není větraná oknem, čerstvý vzduch bude ke kotli přiváděn pomocí druhé šachty komínu Schiedel ABS 14L14, který splňuje požadavky na průměr hrdla, komínový tah a teplotu spalin. Kondenzát je zneutralizován v neutralizačním boxu Neutroset firmy Schiedel a odváděn do odpadního potrubí.

### 5.3 Systém regulace

Kotel na dřevní peletky Vitoligno 300-P obsahuje ekvitermně řízenou, digitální regulaci kotlového a topného okruhu. Regulace obsahuje digitální spínací hodiny s denním a týdenním programem, s odděleně nastavitelnými časovými intervaly, topnými charakteristikami, požadovanými hodnotami teploty a topnými programy, dále regulaci akumulčního zásobníku a regulaci teploty zásobníku s čidlem teploty zásobníku. Regulace Vitotronic 200, typ FO1 je zabudována uvnitř kotle a skládá se ze základního přístroje, z elektronických modulů a obslužné jednotky.

Venkovní čidlo bude nainstalováno na severní stranu domu, cca 2 metry nad zemí, aby bylo co nejméně ovlivňováno slunečním zářením. Pokojové čidlo bude umístěno v obývacím pokoji cca 1,5 metru nad podlahou, tak aby nebylo vystaveno přímému slunečnímu světlu.

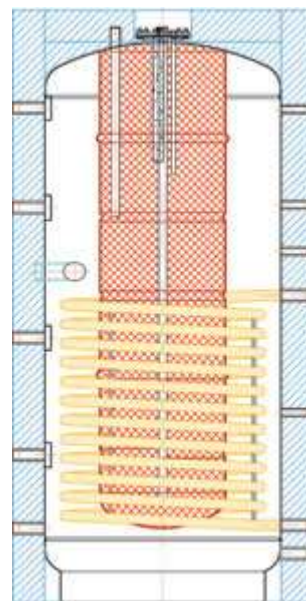
Topný systém bude přednostně ohřívat akumulční nádrž, protože teplá voda bude potřeba po celý rok a při malých tepelných ztrátách objektu postačí k vytápění naakumulovaný zásobník topné vody. Pokud bude třeba ohřívat jen akumulční nádrž, trojcestný ventil sekundárního okruhu se uzavírá. Při potřebě pokrytí tepelných ztrát se tento ventil otevírá a plní svou další funkci – míchá vratnou vodu s topnou vodou, pokud není zapotřebí její maximální teplota. Jestliže je v nádrži dostatek tepla, kotel vypíná a teplá i otopná voda se ohřívá v zásobníku vlivem naakumulovaného tepla a my šetříme energii a palivo. V tomto případě spíná sekundární čerpadlo a řídí sekundární okruh – z akumulční nádoby do topného systému a zpět do zásobníku. Okruh ke kotli je automaticky uzavřen termostatickým ventilem při vypnutí kotle. Když teplota v zásobníku poklesne pod nastavenou hranici (z důvodu ohřevu TV 60 °C), kotel opět spíná a ohřívá vodu v akumulční nádrži na požadovanou teplotu.

K regulaci jsou tedy použity dva trojcestné ventily. Jejich typ, umístění a popis funkce je obsažen na výkrese Schéma zapojení viz výkresová dokumentace. K regulaci jsou také nutná dvě oběhová čerpadla, jejichž návrh je uveden v příloze č. 8.

## 5.4 Akumulační nádrž

V jarních nebo podzimních měsících, kdy ještě není velká zima ale ani příjemné teplo je třeba dům vytápět s malým výkonem. Aby však kotel nemusel fungovat na nejnižší hranici výkonového rozsahu nebo při potřebě ještě menších výkonů, aby nepřetápěl objekt, byla navržena akumulací nádrž. Navržená nádrž obsahuje vnořený zásobník teplé vody, tudíž nám kromě akumulace topné vody zajišťuje i ohřev vody teplé.

Akumulační nádrž byla navrhnutá od firmy Regulus, řada DUO-E. Jak již bylo řečeno, slouží pro akumulaci a následnou distribuci tepelné energie otopné vody s vnořeným zásobníkem teplé vody pro domácnost a ocelovým topným hadem z kotle. Nádrž je vybavena také elektrickým topným tělesem pro pokrytí nečekaných odběrů. Topné těleso je opatřeno termostatickou hlavicí, je z niklované mědi a jeho výkon je 4,5 kW. Navržená akumulací nádrž má kapacitu topné vody 550 litrů a teplé vody 200 litrů. Oba zásobníky tedy splňují požadavek na svou velikost, výpočet viz níže.



Obr. 5-2 Schéma akumulací nádrže Regulus DUO-E [13]

V projekčních pokynech firmy Viessmann je uvedeno, že na 1kW topného výkonu je třeba minimálně 30 litrů akumulacího zásobníku topné vody. Z toho vyplývá velikost akumulacího zásobníku topné vody:

$$18kW \times 30 \text{ litrů/kW} = 540 \text{ litrů (minimální vyrovnávací objem)}. \quad (6)$$

Navržená akumulací nádrž nám pro otopnou vodu poskytuje 550 litrů, požadavek minimální velikosti je tedy splněn.

**Výpočet zásobníku na teplou vodu je následující (dle ČSN 06 03 20) :**

- 1) Typ objektu - rodinný dům
- 2) 5 obyvatel (vybavení: 3x umyvadlo, dřez, sprcha, vana- teoretická potřeba tepla pro 1 osobu a den  $Q_{2t} = 4,3kWh$  (tabulka C.4 normy ČSN 06 0320))

**Celková potřeba tepla pro 5 osob:**

$$Q_{2t} = 5 \cdot 4,3 = 21,5kWh \quad (7)$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV se předpokládá během dne rovnoměrné a stanoví se podle vztahu (8), přičemž součinitel poměrné ztráty se uvažuje o hodnotě  $z = 0,5$ ;

**Tepelná ztráta:**

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 21,5 \cdot 0,5 = 10,75kWh \quad (8)$$

**Teplo dodané ohřívacem během periody:**

$$Q_{1p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 21,5 + 10,75 = 32,25kWh \quad (9)$$

- 3) Časové rozdělení odběru teplé vody

Z celkového množství TV se odebere v době:

$$5-17 \text{ hod. } 35\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,35 \cdot 21,5 = 7,525kWh$$

$$17-20 \text{ hod. } 50\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,5 \cdot 21,5 = 10,75kWh$$

$$\text{To je od počátku ohřevu } 7,525 + 10,75 = 18,275kWh$$

$$20-24 \text{ hod. } 15\% \Rightarrow Q_{2t} = 0,15 \cdot 21,5 = 3,225kWh$$

$$\text{To je od počátku ohřevu } 7,525 + 10,75 + 3,225 = 21,5kWh$$

Tyto hodnoty jsou důležité pro konstrukci křivky dodávky a odběru teplé vody viz graf 5-1.

- 4) Největší pořadnice mezi křivkami  $Q_1$  a  $Q_2$ :  $\Delta Q_{\max} = 9kWh$

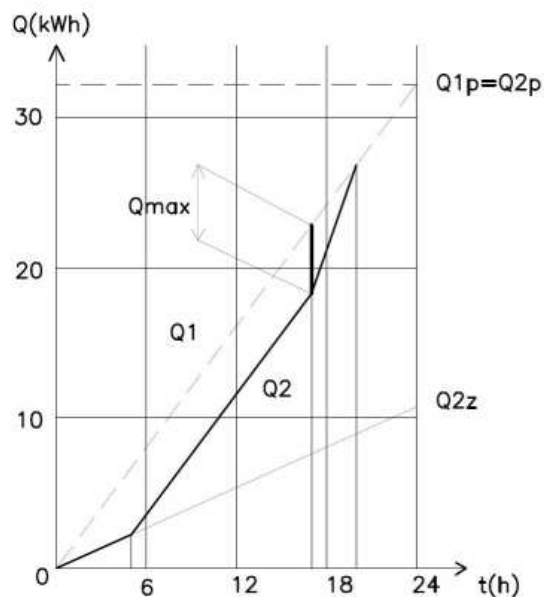
Velikost zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c \cdot (\theta_2 - \theta_1)} = \frac{9}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,172m^3 = 172l \quad (10)$$

Jmenovitý tepelný výkon:

$$\Phi_{1n} = \left( \frac{\Delta Q_1}{t} \right)_{\max} = \frac{Q_{1p}}{t_p} = \frac{32,25}{24} = 1,34kW \quad (11)$$

Navržená akumulční nádrž obsahuje zásobník na teplou vodu o objemu 200 litrů. Požadovaný objem pro 5 osob v rodinném domě je 172 litrů. Objem zásobníku tedy postačuje a poskytuje i malou rezervu při náhodných odběrech přesahujících požadavky.

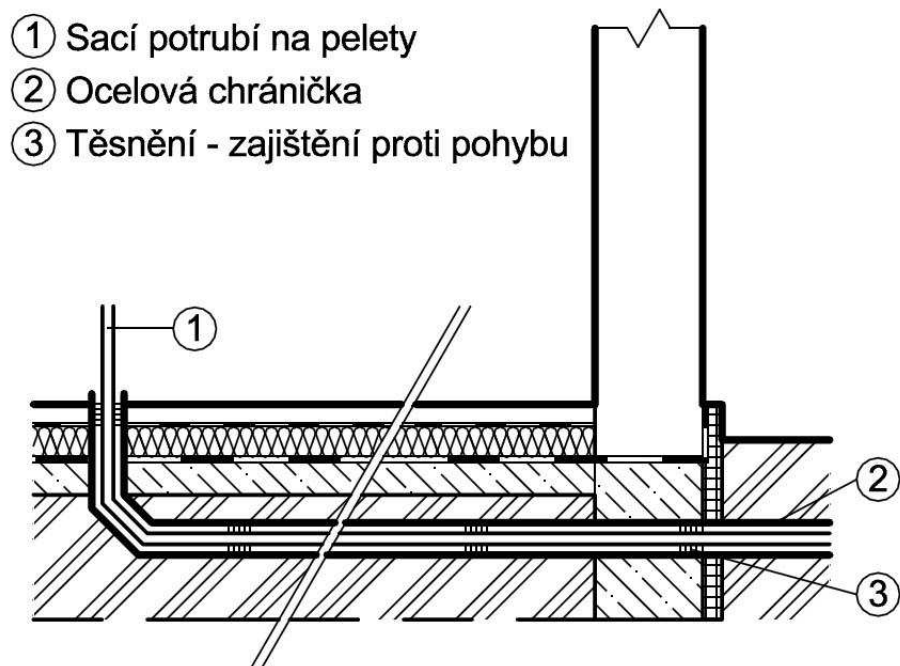


Graf 5-1. Křivka dodávky a odběru teplé vody

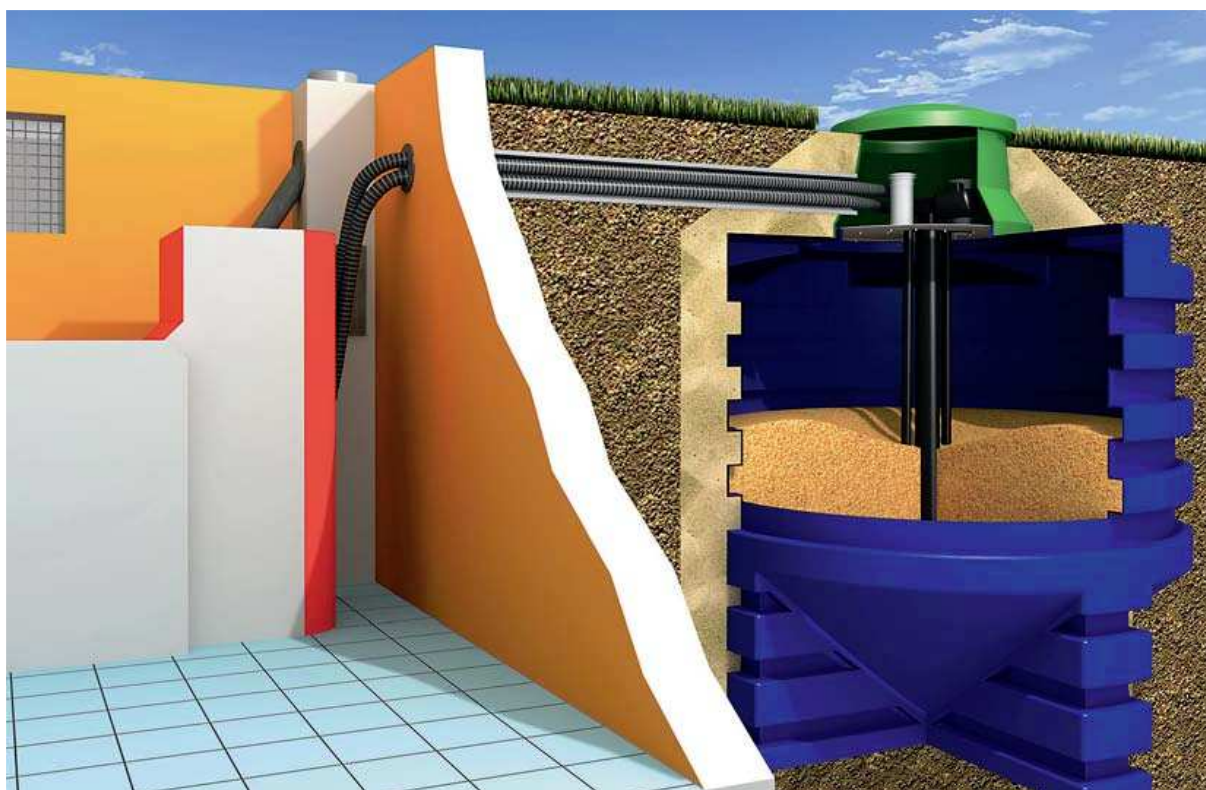
## 5.5 Uložení paliva

Palivo, tedy dřevní peletky budou uloženy mimo dům v podzemním plastovém zásobníku na peletky firmy GEOplast. Jedná se o typ GEOTank 11-T2 s objemem 11 m<sup>3</sup>, skladovacím množstvím cca 6 tun a s rozměry 235 cm na výšku a průměrem 370 cm. Srdcem GEOTanku je speciálně vyvinutý systém dopravy paliva, který je kompatibilní se všemi běžnými výrobci. Uzavřený transportní okruh brání smísení s venkovním vzduchem a tím možné kondenzaci vody. Také statický náboj je odveden pomocí umělé hmoty. V zahradě není zásobník nápadný, neboť jde viditelné pouze víko o průměru cca 80 cm. Zásobník není třeba obetonovat, pokud se nevyskytuje hladina podzemní vody. Je však vhodné tank uložit na betonovou podestu. Vzhledem k velikosti tanku je navržena podesta čtvercových rozměrů o straně 4000 mm a tloušťce 500 mm (z důvodu velkého zatížení). Systém dopravy paliva funguje nezávisle na stavu naplnění nebo tlaku. Zásobník je směrem do středu vyspádován, tudíž ho lze využít do poslední peletky. Palivo je dopravováno do kotlového zásobníku sacím systémem, jenž je schopen pelety dopravovat do vzdálenosti 15 m s výškovým rozdílem 5 metrů. Jedná se o dvě hadice jež mají průměr 50 mm. Jedna z nich je „sací“ – nasává peletky ze zásobníku a druhá je „foukáci“ – vrací do zásobníku vzduch aby nevznikal podtlak.

Jelikož je kotel umístěn v 1. NP, je potřeba sací systém vést základovou konstrukcí, pod podlahou a v daném místě podlahou. Schéma prostupu viz obr. 5-3.



Obrázek 5-3 Schéma prostupu sacího potrubí



Obrázek 5-4 GEOTank [5]



## 5.6 Potřebné množství paliva

Obecně platí pro plánování skladového hospodářství pravidlo, že by měla být minimalizována potřeba doplňování paliva v průběhu topné sezóny, kdy jsou ceny paliv nejvyšší.

Pro potřeby projektování skladového hospodářství lze pro naše klimatické podmínky, kvalitu domácích paliv a účinnost zdrojů tepla s dostatečnou přesností stanovit roční potřebu paliva pro vytápění a ohřev teplé vody na 1kW projektovaného výkonu zdroje pomocí tabulky:

	$H_m$ (kg)	$H_v$ (m <sup>3</sup> /kW)
Pelety, automatický kotel	520	0,8 (prms)

*Tab.5-1 Roční spotřeba paliva na 1kW projektovaného výkonu zdroje [10]*

### Výpočet potřeby pelet [10]:

Pro bilanční výpočet roční potřeby paliva v tunách lze použít vztahu:

$$M = Q_v \cdot H_m [t] \quad (12)$$

Kde:

$Q_v$  – požadovaný výkon zdroje [kW]

$H_m$  – roční potřeba paliva na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [t/kW]

Po dosazení tedy:

$$M = Q_v \cdot H_m = 15,624 \cdot 0,520 = 8,1245t$$

### Velikost skladového prostoru [10]:

Pro bilanční výpočet velikosti skladového prostoru v metrech krychlových lze použít vztahu:

$$V = Q_v \cdot H_v [m^3] \quad (13)$$

Kde:

$H_v$  – roční potřeba skladového prostoru na 1 kW projektovaného výkonu zdroje [m<sup>3</sup>/kW].

Po dosazení:

$$V = 15,624 \cdot 0,8 = 12,5m^3$$

Velikost skladového prostoru je nutné zredukovat podle prostorové využitelnosti skladu dle jednotlivých způsobů skladování. Redukovaný objem skladu [ $m^3$ ] zjistíme ze vztahu:

$$V_R = \frac{V \cdot 100}{\eta_{sk}} [m^3] \quad (14)$$

Kde:

$\eta_{sk}$  – objemová využitelnost skladu [%].

$\eta_{sk}$  – v případě podzemního zásobníku lze využít celý jeho objem, tedy 100%

Po dosazení tedy:

$$V_R = \frac{12,5 \cdot 100}{100} = 12,5m^3$$

Velikost požadovaného prostoru tedy převyšuje možnosti skladování o  $1,5m^3$ . Tuto skutečnost je možné vyřešit dokoupením chybějícího množství v topné sezóně nebo nakoupením a uložením dvou big bagů, které prodávají po  $1m^3$ . Obě možnosti mají své nevýhody. Pokud dokoupíme chybějící množství v topné sezóně, vyjde nás nákup dráž než kdybychom jej koupili hned v létě. Ovšem když jej nakoupíme hned v létě, budeme je muset skoro celou topnou sezónu skladovat v garáži nebo technické místnosti. V obou případech je však pelety nutno nakoupit v big bagu nebo v pytlích, protože cisterna nám  $1,5m^3$  nedoveze. Je však taky možné, že nám peletky nepochybí, protože je navrhujeme na největší možné ztráty. V tomto případě se tedy jeví jako lepší řešení vyčkat a případně peletky dle potřeby dokoupit.

## 5.7 Zabezpečovací zařízení

Pojistný ventil je umístěn na pojistném potrubí, jež vystupuje z akumulární nádrže v její nejnížší části. Na potrubí je také napojena expanzní nádrž. U pojistného ventilu bude zřízen odvod úkapu do odpadního potrubí – do podlahové vpusti v technické místnosti. Návrh a výpočet pojistného ventilu i expanzní nádoby je uveden v příloze č. 9.

## **5.8 Čerpadlo**

V otopné soustavě budou potřeba dvě oběhová čerpadla, pro dva topné okruhy. V kotli není obsaženo žádné čerpadlo, tudíž obě čerpadla mohou být vybrána dle potřeby. Byla navržena čerpadla ALPHA2 firmy Grundfos, jejich návrh je uveden v příloze č. 8.

## **5.9 Potrubní rozvody**

Vytápění budovy je řešeno jako dvoutrubková, protiproudá otopná soustava, se spodním nuceným rozvodem otopné vody a s teplotním spádem 75/65°C.

Vnitřní rozvod topení je proveden z měděného potrubí spojováním pájením na měkko. Dimenze potrubí jsou navrženy v rozmezí 15x1,0 ÷ 35x1,5 mm. Geometrické uspořádání potrubní sítě viz výkresová dokumentace. Návrh dimenze potrubí viz příloha č. 6.

## **5.10 Horizontální a svislé rozvody**

V 1. i 2. nadzemním podlaží je potrubí vedeno v podlaze, kde je izolováno izolací PAROC různých tloušťek dle výpočtu viz příloha č. 10. Výpočet tepelné izolace potrubí. Sklon potrubí je 2% k vypouštěcímu ventilu umístěném v technické místnosti.

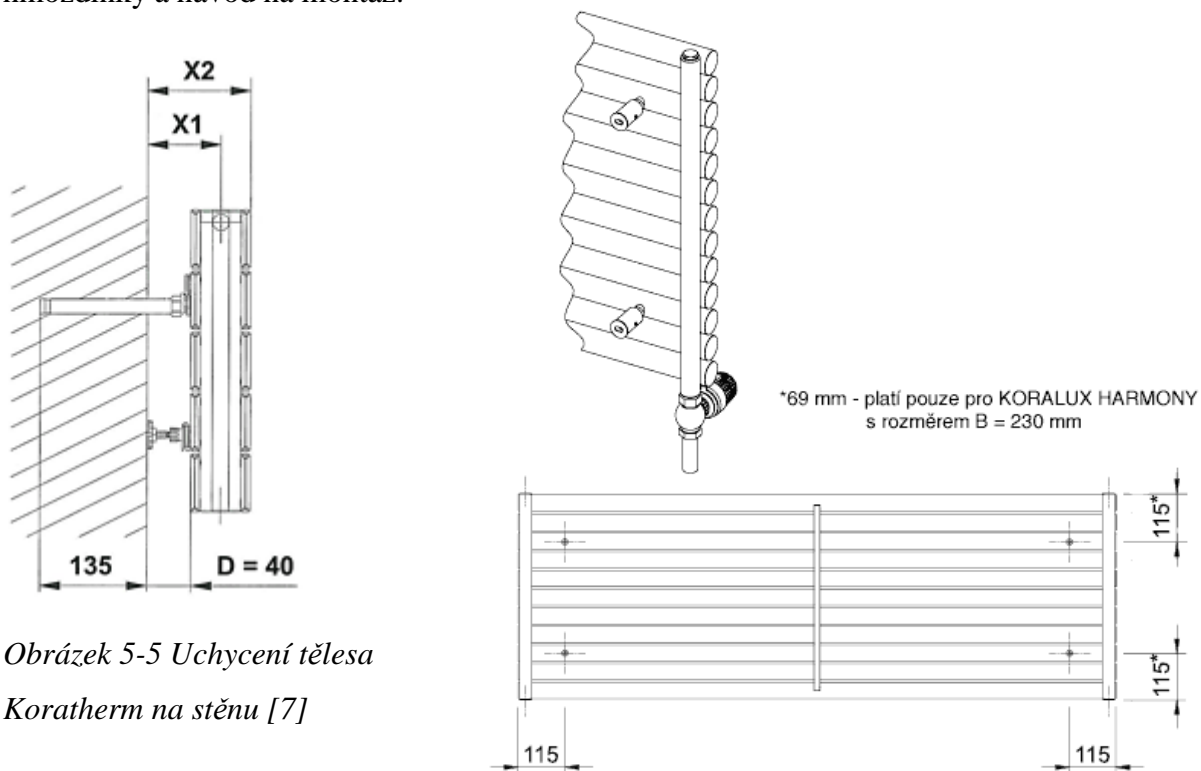
Svislé potrubí je vedeno podél nosné zdi v technické místnosti. Je přichyceno pomocí 4 plastových upevňovacích objímek bez závitů firmy PEMtrade. Osová vzdálenost potrubí s topnou a vratnou vodou je cca 80 mm.

## **5.11 Otopná tělesa**

V celém objektu byla navržena otopná tělesa firem MINIB a KORADO. Od firmy MINIB jsou použity podlahové konvektory s ventilátorem i bez, podle požadavků na tepelnou pohodu v místnosti. S ventilátorem jsou konvektory pouze v 1.NP a to

v obývacím pokoji a kuchyni. V pracovně a pokojích 2.NP jsou umístěny konvektory bez ventilátoru aby obyvatelé nebyli rušeni jejich možným hlukem. Ve všech třech koupelnách je navrženo otopné těleso KORALUX, typ HARMONY v poloze VERTIKAL, což je těleso s jednostranným bočním připojením. Vyznačuje se osobitým tvarem, vysokou odolností proti korozi a nárazům, snadno se čistí a splňuje vysoké požadavky na hygienu a čistotu. Jediné dvě otopné tělesa jsou umístěny v zádveři a v ložnici ve 2.NP. Jedná se o typ KORATHERM Horizontal, což je designové těleso se spodním připojením. Rozmístění a rozměry všech použitých těles jsou znázorněny ve výkresové části.

Uchytení otopných těles Koralux je zajištěno pomocí dodávané soupravy pro upevnění otopného tělesa na stěnu. Obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.



*Obrázek 5-5 Uchytení tělesa Koratherm na stěnu [7]*

*Obrázek 5-6 Uchytení tělesa Harmony na stěnu [7]*

Otopné těleso Koratherm má na zadní straně navařeny příchytky. Bude upevněno ke zdi pomocí navrtávacích konzol 18/120 a opěrek. Počet konzol a opěrek se liší podle velikosti. Pro otopné těleso v zádveři postačí 2 konzoly a opěrky, pro těleso v ložnici jsou již třeba 3.

Povrchovou úpravu otopných těles KORADO zajišťuje výrobce – nátěr Design Line barvou Siber. Součástí dodávky každého radiátoru je odvzdušňovací ventil.

Konvektory jsou opatřeny většinou dřevěnou krycí mříží z dubového dřeva. Pouze v obývacím pokoji a kuchyni je použit nízký hliníkový profil v odstínu světlého bronzu. V místnostech kde jsou konvektory umístěny do pravého úhlu v rohu, je z estetického hlediska požadována rohová mřížka spojující oba konvektory v jeden celek.



*Obrázek 5-7 Ukázka rohové mřížky [11]*

V prvním nadzemním podlaží jsou konvektory zabetonovány přímo do podlahy. Při betonáži je potřeba do vany konvektoru vložit rozpěry aby nedošlo k podélnému prohnutí. Je vhodné též konvektor podél výměníku na boku vnější strany vany tepelně zaizolovat, aby nedocházelo k tepelným ztrátám do podlahy. Ve druhém nadzemním podlaží se konvektory vkládají do nízké zdvojené podlahy. V tomto případě je nutné konvektor zafixovat k hrubé podlaze pomocí kotvících šroubů a pomocí stavěcích šroubů konvektor horizontálně vyrovnat. Prostor v podlaze je vyplněn kročejovou izolací, tudíž další izolace proti unikání tepla do podlahy nebo šíření hluku není nutná.

Regulace konvektorů se liší podle toho zda mají ventilátor nebo ne. Pro konvektory bez ventilátoru se reguluje průtok otopné vody pomocí termostatické hlavice s odděleným čidlem. Čidlo indikující teplotu je umístěno v referenčním bode na stěně místnosti a impulsy jsou předávány kapilárou do ventilu, který reguluje průtok otopné vody. U konvektorů s ventilátorem se tepelný výkon reguluje zapínáním a vypínáním ventilátoru. Po zapnutí ventilátoru se tepelný výkon tělesa zvýší přibližně o 200% ve srovnání se situací kdy je ventilátor vypnut. Ke spínání slouží termostat, který je umístěn v referenčním bodě místnosti a dle teplotních požadavků vypíná či zapíná ventilátory.

Termostatické ventily k otopným tělesům i ventilátorům budou až na jedno použity od firmy HERZ.

Termostatický ventil s dimenzí  $\frac{1}{2}$  palce je navržen HERZ-TS-90-V, dle potřeby přímý nebo rohový. Jediný termostatický ventil (z důvodu regulace malého průtoku) firmy Danfoss je RA-N 15 v přímém provedení. Regulační šroubení je na všech tělesech použito od firmy HERZ. Jedná se o typ HERZ-RL-5 uzavíratelné radiátorové regulační šroubení s vypouštěním, dle potřeby v přímém nebo rohovém provedení. Přednastavení jednotlivých ventilů i regulačního šroubení je uvedeno v příloze.



Obrázek 5-8 Konvektor [11]



Obrázek 5-9 TRV HERZ-TS-90-V rohový [6]



Obr. 5-10 Regulační šroubení HERZ-RL-5 [6]

Termostatické hlavice ke všem tělesům budou dokoupeny zvlášť od firmy HERZ a Danfoss. Budou se lišit podle otopného tělesa.

Pro tělesa firmy Korado bude použito termostatických hlavice „MINI“ DE LUXE chrom se závitem M 28 x 1,5. Viz obrázek. Pro otopné těleso Korahterm, které je umístěno v zádveří, bude z důvodu použití termostatického ventilu Danfoss použita taktéž hlavice Danfoss – exkluzivní termostatická hlavice v odstínu chrom.

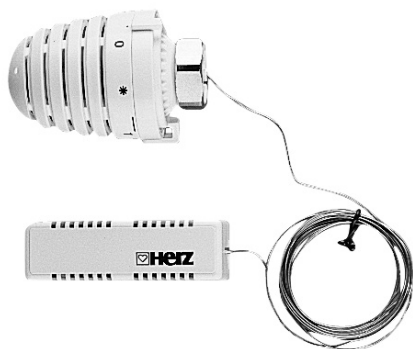


*Obrázek 5-9 Termostatická hlavice „MINI“ DE LUXE [6]*



*Obrázek 5-10 Exkluzivní termostatická hlavice Danfoss [4]*

Pro konvektory bez ventilátoru budou použity termostatické hlavice s odděleným čidlem, se závitem M 28 x 1,5. Délka kapiláry 2 nebo 8 metrů, dle umístění v místnosti.



*Obrázek 5-11 Termostatická hlavice s odděleným čidlem [6]*



*Obrázek 5-12 Termostatická hlavice s odděleným čidlem a ovládáním[6]*

Pro konvektory s ventilátorem budou taktéž použity termostatické hlavice s odděleným čidlem, ale také s odděleným ovládáním, jež je možné umístit na stěnu. Hlavice má závit M 28 x 1,5 a kapilára se dodává v délkách 2, 5, 8 a 10 metrů.



## **5.12 Požadavky na montáž a ostatní profese**

Montáž potrubí, rozvodů topné vody nutno provádět dle ČSN 60 03 10, trubní rozvody TV pak dle ČSN 73 66 60. O postupu montáže bude veden stavební deník. Pro montáž potrubí musí být předem připraveny drážky ve zdech a prostupy ve stropních konstrukcích. Kotel vyžaduje připojení 230 V, 16 A jištění. Pojišťovací ventil je nutno opatřit odvodem úkapu do odpadního potrubí, které je součástí technické místnosti v podobě podlahové vpusti. Větrání kotelný bude pro zimní i letní období shodné a bude zajištěno větrací šachtou komína.

## **5.13 Topné a tlakové zkoušky [3]**

Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto. Propláchnutí se provádí při demontovaných škrtkách clonkách, vodoměrech, měřicích spotřebovaného tepla a dalších zařízení, u kterých by shromážděné nečistoty mohly vést k jejich poškození. Propláchnutí se provádí při 24hodinovém provozu oběhových čerpadel. Na všech k tomu určených místech (vypouštění, filtry, odkalovací nádoby apod.) je nutno pravidelně odkalovat až do úplně čistého stavu. Vyčištění a propláchnutí soustavy je součástí montáže a o jeho provedení má být proveden zápis. Po skončení montáže celého systému bude provedena zkouška těsnosti a otopná zkouška.

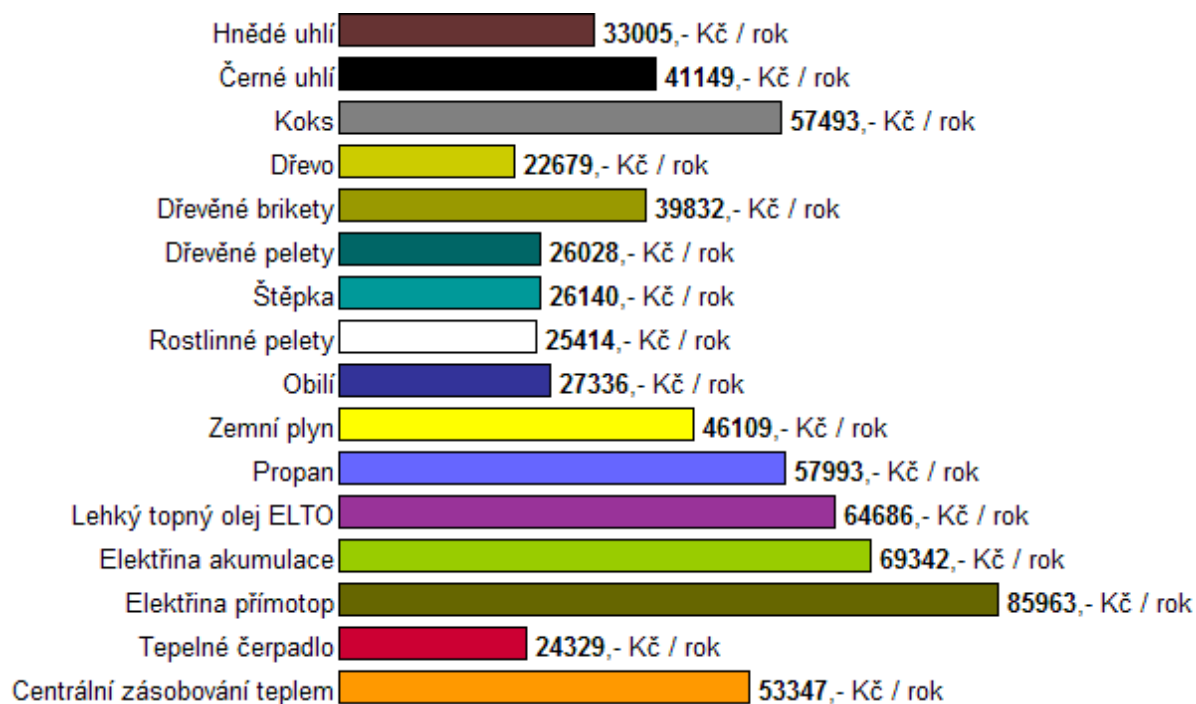
Zkoušky těsnosti se provádějí před zazděním drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Soustava se naplní vodou, řádně se odvzdušní a celé zařízení (všechny spoje, otopná tělesa, armatury atd.) se prohlédne, přičemž se nesmějí projevit viditelné netěsnosti. Soustava zůstane napuštěna nejméně 6 hodin, po kterých se provede nová prohlídka. Výsledek zkoušky se považuje za úspěšný, neobjeví-li se při této prohlídce netěsnosti a nebo neprojeví-li se znatelný pokles hladiny v expanzní nádobě.

Topná zkouška se provede vytápěním objektu po dobu nejméně 24 hod, smí se provádět i mimo topnou sezónu. Zkouška se pokládá za úspěšnou pokud se rovnoměrně prohřívají všechna tělesa. Na závěr se vyhotoví protokol a tlakových a otopných zkouškách.



## 6 ZÁVĚR

Na závěr je třeba ukázat jak si peletky stojí v porovnání s jinými zdroji energie. Pořizovací náklady na veškeré vybavení k plně automatickému provozu jsou vysoké. Vzhledem k faktu že byl zvolen nejdražší způsob skladování pelet, navýší se cena o cca 150 tis korun. Cena kotle na peletky od firmy Viessmann se pohybuje nad hranicí 200 tis korun. Celková cena se tedy vyšplhá na 350 tis korun. Ovšem máme záruku že se jedná o špičkový výrobek, protože peletkový kotel Vitoligno 300-P vyšel z obsáhlého srovnávacího testu nadace Stiftung Warentest jako nesporný vítěz. Co se týče nákladů na vytápění a ohřev vody, poslouží nám nejlépe následující porovnání:



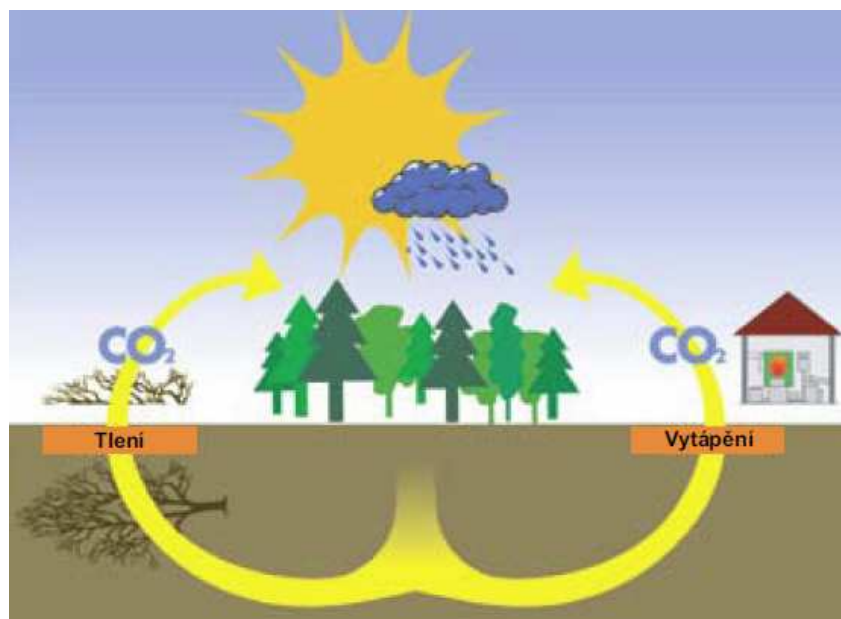
Obrázek 6-1 Náklady na vytápění za rok [17]

Náklady jsou počítány se spotřebou tepla 130,7 GJ, což odpovídá spotřebě posuzovaného rodinného domu. Je patrné, že se pelety pohybují v nižší cenové kategorii, ovšem jsou i levnější zdroje energie jako například kusové dřevo, rostlinné pelety, a také tepelné čerpadlo. Pro dřevní pelety byla zvolena cena 3,5 Kč/kg (nákup v letním období), pro tepelné čerpadlo byl zvolen roční topný faktor 3,9 a pro zemní plyn zvolen kondenzační kotel s účinností 102%

Co se týče pohodlí, mohou být peletky stejně pohodlné jako topení plynem. Pořizovací cena kondenzačního plynového kotle, se pohybuje v řádu desetitisíců. Budu-li uvažovat jeden z nejdražších, cena cca 50 tis korun, je kotel na peletky v pořizovacích nákladech dražší o 300 tis korun. Vzhledem roční úspoře za vytápění cca 20 tis korun, je návratnost investice cca 15 let. Dalším stejně pohodlným a také levnějším zdrojem tepla pro vytápění je tepelné čerpadlo. Pořizovací cena se pohybuje okolo 250 tis korun, tudíž o 100 tis korun levněji než kotel na peletky. A také roční náklady jsou nižší o cca 1700 Kč.

Z finančního hlediska tedy ne moc pěkná vyhlídka pro peletky. Ovšem kotel na peletky lze u jiných firem pořídit levněji a také způsob skladování lze vyřešit jiným levnějším způsobem. Cena kotle by se pak mohla pohybovat okolo 150 – 200 tisíce korunami. Doba návratnosti oproti plynovému kondenzačnímu kotli by se tak mohla snížit na 5 – 10 let. Oproti tepelnému čerpadlu by se pořizovací náklady na kotel na peletky snížily o 50 – 100 tis korun. Vzhledem k roční úspoře tepelného čerpadla oproti dřevním peletkám je návratnost investice tepelného čerpadla oproti pořízení kotle na peletky 30 – 60 let.

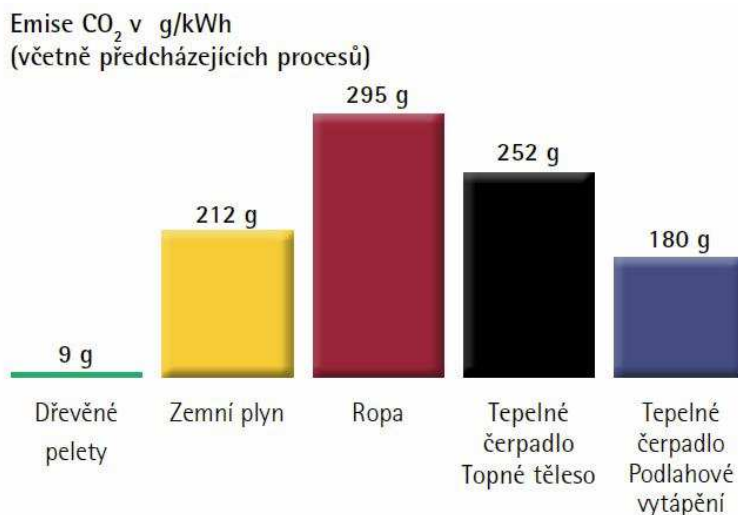
Výhodou pelet oproti plynu nebo tepelnému čerpadlu, je že jsou obnovitelným zdrojem energie, stromy stále rostou a jsou k dispozici regionálně. Ovšem zemní plyn se musí převážně dovážet a jeho zásoba je omezená. Tepelné čerpadlo je závislé na elektrické energii, která je rok od roku dražší. Energie dřeva v podobě peletek je tedy do budoucna zajímavým řešením.



Obrázek 6-2 Redukce CO<sub>2</sub> [12]

V poslední řadě je třeba uvést že jsou dřevěné pelety velice ekologické. Jak již bylo řečeno v úvodu spalováním pelet se do ovzduší uvolní pouze tolik CO<sub>2</sub>, kolik stromy během svého růstu přijmou. Emise CO<sub>2</sub> tedy není vyšší než by byla při přirozeném tlení dřeva v lese. Viz předchozí obrázek 6-2.

K porovnání oproti plynu nebo tepelnému čerpadlu poslouží následující graf:



Graf 6-1 Emise CO<sub>2</sub> v g/kWh pro jednotlivé paliva [12]

Z předchozích údajů vychází dřevní peletky jako dražší ovšem velice ekologické a na obsluhu nenáročné palivo. Záleží tedy pouze na každém z nás jakou cestu k teplému domovu si zvolí. Každá cesta má své pro i proti a je otázkou co je pro člověka prioritou.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

- [1] BECHNÍK, Bronislav: *Biomasa – definice a členění* [online]. 2009-05-15. Dostupné z: <<http://energie.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=564>>.
- [2] BECHNÍK, Bronislav. *Historie a perspektivy OZE – úvod* [online]. 2009-01-19. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5348&h=202&pl=49>>.
- [3] ČSN 06 03 10: 2006. *Zkoušky zařízení*. STÚ-E, a.s. Praha.
- [4] DANFOSS: *Exkluzivní termostatická hlavice* [online]. Dostupné z: <[http://cz.danfoss.com/xxTypex/51302\\_MNU17386395\\_SIT73.html](http://cz.danfoss.com/xxTypex/51302_MNU17386395_SIT73.html)>
- [5] GEOplast: *GEOtank* [online]. Dostupné z: <<http://geoplast.esel.cz>>
- [6] HERZ: *Produkty* [online]. Dostupné z: <<http://www.herz.cz/>>
- [7] KORADO: *Výrobky* [online]. Dostupné z: <<http://www.korado.cz/>>
- [8] LABOUTKA, Karel: *Výpočtové tabulky pro vytápění, vztahy a pomůcky*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2001. ISBN 80-02-01466-9.
- [9] LOMBORG, B. *Skeptický ekolog. Jaký je skutečný stav světa?* Praha: Dokořán, 2006. ISBN 80-7363-059-1.
- [10] LYČKA, Zdeněk: *Kotelny s kotli na dřevo a pelety* [online]. 2008-10-06. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5117>>.
- [11] MINIB Fan Coil: *Fan Coil konvektory* [online]. Dostupné z: <<http://www.minib.com/cs>>
- [12] ÖkoFEN vytápění peletami: *Teplo s čistým svědomím*. 2007: Umweltberatung NÖ.
- [13] Regulus: *Ohřev vody* [online]. Dostupné z: <<http://www.regulus.cz>>
- [14] REINBERK, Zdeněk: *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=44&h=38&obor=6>>
- [15] Teplárenské sdružení ČR: *Energetika v tabulkách a grafech – Rozdělení spotřeby energie v bytě* [online]. 2005. Dostupné z: <<http://www.tscr.cz/index.php?pg=0355&ta=74>>.
- [16] SLADKÝ, Václav: *Dřevní peletky - standardní fytopalivo budoucnosti*. [online]. 2001-12-11 [cit. 2010-04-09]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-peletky-standardni-fytopalivo-budoucnosti>>. ISSN: 1801-2655.
- [17] TZB-info: *Porovnání nákladů na vytápění* [online]. Dostupné z: <[http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&energie\\_gj=107](http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=269&energie_gj=107)>
- [18] VIESSMANN: *Vitoligno 300-P* [online]. Dostupné z: <<http://www.viessmann.cz>>

## 8 PŘÍLOHY

<b>Příloha č. 1</b> – Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí .....	47
<b>Příloha č. 2</b> – Výpočet tepelných ztrát objektu .....	65
<b>Příloha č. 3</b> – Energetický štítek obálky budovy .....	76
<b>Příloha č. 4</b> – Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TV .....	79
<b>Příloha č. 5</b> – Tabulka radiátorů a tepelných ztrát místností .....	80
<b>Příloha č. 6</b> – Výpočet tlakových ztrát potrubí + místní odpory .....	81
<b>Příloha č. 7</b> – Návrh TRV .....	87
<b>Příloha č. 8</b> – Návrh oběhového čerpadla .....	89
<b>Příloha č. 9</b> – Zabezpečovací zařízení – pojistný ventil a EN .....	90
<b>Příloha č. 10</b> – Výpočet tepelné izolace potrubí .....	93
<b>Příloha č. 11</b> – Výkresová dokumentace	
11-1 – Výkres S 01 – Koordinační situace	(1:200)
11-2 – Výkres S 02 – Základy	(1:50)
11-3 – Výkres S 03 – Půdorys 1.NP	(1:50)
11-4 – Výkres S 04 – Půdorys 2.NP	(1:50)
11-5 – Výkres S 05 – Půdorys stropu nad 1.NP	(1:50)
11-6 – Výkres S 06 – Půdorys střechy	(1:50)
11-7 – Výkres S 07 – Řez A-A´	(1:50)
11-8 – Výkres S 08 – Pohledy	(1:100)
11-9 – Výkres V 01 – Půdorys 1.NP – vytápění	(1:50)
11-10 – Výkres V 02 – Půdorys 2.NP – vytápění	(1:50)
11-11 – Výkres V 03 – Rozvinutý řez	(1:50)
11-12 – Výkres V 04 – Schéma zapojení	Bez měřítko

# PŘÍLOHA Č. 1

## ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2008**

Název úlohy : **Obvodové zdivo**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka : VŠB-TUO  
Datum : 2.2.2010

### **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Ytong Lambda	0.5000	0.0850	1000.0	350.0	7.0	0.0000

### **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

### **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

#### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 5.88 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.17 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.9E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 1416.7  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 21.0 h

#### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.54 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.959

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	e
tepl.[C]:	19.5	-14.8
p [Pa]:	1367	138
p,sat [Pa]:	2271	168

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.3300	0.4140	2.826E-0008

**Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.018 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 3.922 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2008**

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)**

Název konstrukce: Obvodové zdivo

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,1 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-15,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :	50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Ytong Lambda	0,500	0,085	7,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,793 + 0,000 = 0,793$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,959$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_N = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,5 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$ ,  
nebo 5% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $8,750 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$   
(materiál: Ytong Lambda).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,500 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

- Vypočtené hodnoty:
- V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
- Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0177 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$
- Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 3,9224 \text{ kg/m}^2\cdot\text{rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**



# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2008**

Název úlohy : **Vnitřní zdivo 375**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 2.2.2010

## **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

## **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Ytong P2-350	0.3750	0.0900	1000.0	400.0	7.0	0.0000

## **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 21.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 50.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

## **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 4.17 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.23 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kce</sub> : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y\*</sub> : 375.4  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 16.2 h

### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.00 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 1.000

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	e
tepl.[C]:	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1243
p,sat [Pa]:	2486	2486

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 9.469E-0009 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2008**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2008**

Název úlohy : **Vnitřní zdivo 150**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 2.2.2010

## **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

## **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Ytong P2-500	0.1500	0.1300	1000.0	500.0	7.0	0.0000
2	Rigips EPS 70	0.0500	0.0390	1270.0	15.0	20.0	0.0000

## **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

## **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 2.44 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.37 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.39 / 0.42 / 0.47 / 0.57 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.0E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 48.5  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 6.8 h

### **Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 21.00 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 1.000

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	e
tepl.[C]:	21.0	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1303	1243
p,sat [Pa]:	2486	2486	2486

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.212E-0008 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2008**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

**Teplo 2008**

Název úlohy : **Strop nad 1 NP Garáž a komora**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 12.2.2010

## **KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

## **Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Ytong omítka v	0.0100	0.3500	1000.0	1000.0	10.0	0.0000
2	Ytong P4-600	0.2000	0.1200	1000.0	500.0	7.0	0.0000
3	Beton hutný 3	0.1000	1.3600	1020.0	2300.0	23.0	0.0000
4	Rockwool Stepr	0.1100	0.0430	840.0	100.0	2.0	0.0000
5	OSB desky	0.0350	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
6	Podlahové lino	0.0050	0.1700	1400.0	1200.0	1000.0	0.0000
7	Rockwool Rockm	0.0500	0.0430	840.0	100.0	2.0	0.0000

## **Okrajové podmínky výpočtu :**

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 21.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 50.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

## **TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**

### **Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 4.35 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.21 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kce</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.8E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce N<sub>y\*</sub> : 6814.8  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 21.2 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 21.00 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 1.000

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1366	1350	1324	1321	1301	1244	1243
p,sat [Pa]:	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.287E-0009 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2008**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2008

Název úlohy : **Strop nad 1 NP**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 12.2.2010

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Ytong omítka v	0.0100	0.3500	1000.0	1000.0	10.0	0.0000
2	Ytong P4-600	0.2000	0.1200	1000.0	500.0	7.0	0.0000
3	Beton hutný 3	0.1000	1.3600	1020.0	2300.0	23.0	0.0000
4	Rockwool Stepr	0.1100	0.0430	840.0	100.0	2.0	0.0000
5	OSB desky	0.0350	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
6	Podlahové lino	0.0050	0.1700	1400.0	1200.0	1000.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 21.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 50.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.64 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.25 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.27 / 0.30 / 0.35 / 0.45 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírazkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.7E+0010 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y\*</sub> : 1832.3  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 18.6 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 21.00 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 1.000

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
p [Pa]:	1367	1366	1350	1323	1321	1300	1243
p,sat [Pa]:	2486	2486	2486	2486	2486	2486	2486

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.308E-0009 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2008**



# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2008

Název úlohy : **Střecha**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 12.2.2010

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Stropní konstr	0.2000	0.2500	960.0	710.0	18.0	0.0000
2	Beton hutný 1	0.1000	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
3	Fatrafol 808	0.0023	0.3500	1470.0	1345.0	7200.0	0.0000
4	Extrudovaný po	0.2000	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.77 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.14 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 2.2E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 1846.0  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 15.1 h

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.73 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.965

## Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	19.7	15.6	15.2	15.2	-14.8
p [Pa]:	1367	1261	1212	725	138
p,sat [Pa]:	2298	1777	1730	1726	168

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 5.870E-0009 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2008

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Střecha

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,1 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-15,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Stropní konstrukce	0,200	0,250	18,0
2	Beton hutný I	0,100	1,230	17,0
3	Fatrafol 808	0,0023	0,350	7200,0
4	Extrudovaný polystyren	0,200	0,034	100,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,793 + 0,000 = 0,793$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

Teplo 2008, (c) 2007 Svoboda Software

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2008

Název úlohy : **Balkon**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 26.2.2010

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.019 W/m2K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Stropní konstr	0.2000	0.2500	960.0	710.0	18.0	0.0000
2	Beton hutný 1	0.1000	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
3	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	Dow Roofmate S	0.2000	0.0340	2060.0	35.0	100.0	0.0000
5	A 50 SH	0.0040	0.2100	1470.0	660.0	170.0	0.0000
6	Potěr cementov	0.0200	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
7	Folie PVC	0.0020	0.1600	960.0	1400.0	16700.0	0.0000
8	Potěr cementov	0.0180	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
9	Dlažba keramic	0.0200	1.0100	840.0	2000.0	200.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.03 m2K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.16 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m2K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.9E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 2162.2  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 17.6 h

**Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:**

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.58 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.960

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	e
tepl.[C]:	19.7	15.7	15.3	15.3	-14.4	-14.5	-14.6	-14.6	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1367	1327	1308	793	570	563	559	187	183	138
p,sat [Pa]:	2299	1783	1737	1737	175	173	172	171	169	168

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna	Hranice kondenzační zóny	Kondenzující množství
číslo	levá [m]	pravá vodní páry [kg/m2s]
1	0.5002	0.5002 2.783E-0009
2	0.5242	0.5242 3.747E-0010

**Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.019 kg/m2,rok  
Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 0.056 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2008

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)**

Název konstrukce: Balkon

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,1 C  
Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -15,0 C  
Teplota na vnější straně  $T_e$ : -15,0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
Relativní vlhkost v interiéru RH*i*: 50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Stropní konstrukce	0,200	0,250	18,0
2	Beton hutný I	0,100	1,230	17,0
3	Jutafol N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
4	Dow Roofmate SL	0,200	0,034	100,0
5	A 50 SH	0,004	0,210	170,0
6	Potěr cementový	0,020	1,160	19,0
7	Folie PVC	0,002	0,160	16700,0
8	Potěr cementový	0,018	1,160	19,0
9	Dlažba keramická	0,020	1,010	200,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,793 + 0,000 = 0,793$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,960$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

## **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N \dots$  POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

## **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ ,  
nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$   
(materiál: A 50 SH).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0186 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0558 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a} \dots$  2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N} \dots$  3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

# ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

## Teplo 2008

Název úlohy : **Podlaha na zemině**  
Zpracovatel : Martina Vodičková  
Zakázka :  
Datum : 27.3.2010

### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Extrudovaný po	0.1400	0.0310	2060.0	30.0	100.0	0.0000
2	Fatrafol 803	0.0015	0.3500	1470.0	1310.0	7500.0	0.0000
3	Beton hutný 1	0.0800	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : 5.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 100.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.59 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.21 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírazkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.4E+0011 m/s

#### Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.18 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.949

#### Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 43.77 Ws/m<sup>2</sup>K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 0.47 C

STOP, Teplo 2008

**VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)****Název konstrukce:**

Podlaha na zemině

**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,1 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-15,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

**Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Extrudovaný polystyren	0,140	0,031	100,0
2	Fatrafol 803	0,0015	0,350	7500,0
3	Beton hutný 1	0,080	1,230	17,0

**I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,535 + 0,015 = 0,550$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,949$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnost plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

**II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{N} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_N$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

**III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.3 v ČSN 730540-2)**

Požadavek: teplota podlaha -  $\Delta T_{10,N} = 5,5 \text{ C}$   
 Vypočtená hodnota:  $\Delta T_{10} = 0,47 \text{ C}$   
 $\Delta T_{10} < \Delta T_{10,N}$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## PŘÍLOHA Č. 2

### VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU, POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PRŮMĚRNÉHO SOUČinitele PROSTUPU TEPLA

dle ČSN EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

#### Ztráty 2008

Název objektu : **RD – Bakalářská práce**  
 Zpracovatel : Martina Vodičková  
 Zakázka : VŠB-TUO  
 Datum : 20.1.2010

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C  
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu  $T_{e,m}$  : 8.2 C  
 Činitel ročního kolísání venkovní teploty  $fg1$  : 1.45  
 Průměrná vnitřní teplota v objektu  $T_{i,m}$  : 18.0 C  
 Půdorysná plocha podlahy objektu  $A$  : 233.3 m<sup>2</sup>  
 Exponovaný obvod objektu  $P$  : 69.3 m  
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy  $V$  : 1364.9 m<sup>3</sup>  
 Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu : 0.0 %  
 Typ objektu : bytový

#### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	101	Název místnosti :	Zádveří
Půd. plocha $A$ :	12.6 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu $V$ :	32.7 m <sup>3</sup>
Exp. obvod $P$ :	2.6 m	Počet na podlaží :	1
Teplota $T_i$ :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk $F_{i,z}$ :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna $n_{50}$ :	2.0 1/h	Činitel $e + \epsilon$ :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodové zdivo	4.8	0.17	$e = 1.00$	0.02	-----	0.91 W/K
Vstupní dveře	3.5	1.00	$e = 1.15$	0.09	-----	4.32 W/K
Podlaha	12.6	0.21	$G_w = 1.00$	-----	0.15	0.63 W/K
Stěna garáž	1.9	0.23	$bu = 0.02$	0.00	-----	0.01 W/K
Dveře garáž	2.1	2.00	$bu = 0.05$	0.00	-----	0.21 W/K
2NP šatna strop	0.9	0.25	$bu = 0.00$	0.00	-----	0.00 W/K
Koupelna stěna	10.0	0.71	$f_i = -0.30$	0.00	-----	-2.14 W/K
Koupelna dveře	1.9	2.00	$f_i = -0.30$	0.00	-----	-1.12 W/K
Pracovna stěna	1.5	0.71	$f_i = -0.17$	0.00	-----	-0.18 W/K
Pracovna dveře	1.9	2.00	$f_i = -0.17$	0.00	-----	-0.62 W/K
Obývací pokoj s	9.7	0.23	$f_i = -0.17$	0.00	-----	-0.37 W/K
Obývací pokoj d	3.1	2.00	$f_i = -0.17$	0.00	-----	-1.04 W/K
2NP koupelna st	11.0	0.25	$f_i = -0.30$	0.00	-----	-0.83 W/K
2NP WC strop	1.1	0.25	$f_i = -0.17$	0.00	-----	-0.05 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění  $F_{i,RH}$  : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu  $n$  : 0.50 1/h

Ztráta prostupem $F_{i,T}$ :	-8 W,	tj.	-0.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním $F_{i,V}$ :	167 W,	tj.	2.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková $F_{i,HL}$ :	159 W,	tj.	1.1 % z celkové ztráty objektu



### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	102	Název místnosti :	Technická m
Půd. plocha A :	8.5 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	22.1 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U <sub>eq</sub>	H,T
Podlaha	8.5	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	0.42 W/K
Garáž stěna	9.1	0.37	bu= 0.02	0.00	-----	0.07 W/K
Komora stěna	6.4	0.37	bu= 0.02	0.00	-----	0.05 W/K
Kuchyn stěna	9.1	0.23	f,i =-0.17	0.00	-----	-0.35 W/K
2NP koupelna st	10.2	0.25	f,i =-0.30	0.00	-----	-0.77 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	-17 W,	tj.	-0.2 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	113 W,	tj.	1.7 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	95 W,	tj.	0.7 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	103	Název místnosti :	Koupelna
Půd. plocha A :	5.0 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	12.9 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	2.2 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	U <sub>eq</sub>	H,T
Obvodová stěna	6.5	0.17	e = 1.00	0.02	-----	1.23 W/K
Okno	0.5	1.00	e = 1.15	0.10	-----	0.63 W/K
Podlaha	4.9	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	0.44 W/K
2NP Šatna	3.7	0.25	bu= 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Zádveří stěna	10.0	0.71	f,i = 0.23	0.00	-----	1.64 W/K
Zádveří dveře	1.9	2.00	f,i = 0.23	0.00	-----	0.86 W/K
Pracovna stěna	6.6	0.71	f,i = 0.10	0.00	-----	0.48 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	206 W,	tj.	2.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	258 W,	tj.	3.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	464 W,	tj.	3.2 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	104	Název místnosti :	Pracovna
Pūd. plocha A :	16.9 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	44.0 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	8.2 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	22.4	0.17	e = 1.00	0.02	-----	4.25 W/K
Okno	11.5	1.00	e = 1.15	0.05	-----	13.89 W/K
Podlaha	16.9	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	1.26 W/K
Koupelna stěna	6.6	0.71	f <sub>i</sub> = -0.11	0.00	-----	-0.54 W/K
Zádveří stěna	1.5	0.71	f <sub>i</sub> = 0.14	0.00	-----	0.15 W/K
Zádveří dveře	1.9	2.00	f <sub>i</sub> = 0.14	0.00	-----	0.53 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	684 W,	tj.	9.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	262 W,	tj.	3.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	946 W,	tj.	6.6 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	105	Název místnosti :	Obývací pok
Pūd. plocha A :	45.4 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	120.9 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	14.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	21.7	0.17	e = 1.00	0.02	-----	4.13 W/K
Okna	19.5	1.10	e = 1.15	0.05	-----	25.79 W/K
Vstupní dveře	4.0	1.20	e = 1.15	0.09	-----	5.90 W/K
Dveře mezi okny	4.0	1.20	e = 1.15	0.10	-----	5.95 W/K
Balkon	22.6	0.16	e = 1.00	0.03	-----	4.30 W/K
Podlaha	45.4	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	3.37 W/K
Zádveří stěna	9.7	0.23	f <sub>i</sub> = 0.14	0.00	-----	0.32 W/K
Zádveří dveře	3.1	2.00	f <sub>i</sub> = 0.14	0.00	-----	0.89 W/K
2NP koupelna st	4.4	0.25	f <sub>i</sub> = -0.11	0.00	-----	-0.13 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	1768 W,	tj.	23.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	719 W,	tj.	10.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	2487 W,	tj.	17.4 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	106	Název místnosti :	Kuchyň + jí
Půd. plocha A :	54.1 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	140.6 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	17.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.7 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	41.7	0.17	e = 1.00	0.02	-----	7.92 W/K
Okno nad linkou	3.0	1.00	e = 1.00	0.08	-----	3.24 W/K
Francouzské okn	5.8	1.20	e = 1.00	0.05	-----	7.19 W/K
Vstupní dveře	3.5	1.20	e = 1.00	0.09	-----	4.55 W/K
Podlaha	54.1	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	4.01 W/K
Komora stěna	7.1	0.23	bu= 0.02	0.00	-----	0.03 W/K
Komora dveře	1.9	2.00	bu= 0.02	0.00	-----	0.07 W/K
Technická místn	9.1	0.23	f,i = 0.14	0.00	-----	0.30 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.70 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	956 W,	tj.	12.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	1171 W,	tj.	17.3 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	2127 W,	tj.	14.9 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	107	Název místnosti :	N - Komora
Půd. plocha A :	8.5 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	22.1 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	2.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	5.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	7.8	0.17	e = 1.00	0.02	-----	1.48 W/K
Větrací mřížky	0.0	10.00	e = 1.15	0.20	-----	0.47 W/K
Podlaha	8.5	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	-0.30 W/K
Technická místn	6.4	0.37	f,i =-0.50	0.00	-----	-1.18 W/K
Kuchyň stěna	7.1	0.23	f,i =-0.75	0.00	-----	-1.23 W/K
Kuchyň dveře	1.9	2.00	f,i =-0.75	0.00	-----	-2.79 W/K
2NP ložnice str	3.4	0.21	f,i =-0.75	0.00	-----	-0.54 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	-82 W,	tj.	-1.1 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	75 W,	tj.	1.1 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	-7 W,	tj.	-0.0 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	1NP
Číslo místnosti :	108	Název místnosti :	N - Garáž
Půd. plocha A :	37.6 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	97.8 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	16.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	5.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	39.1	0.17	e = 1.00	0.02	-----	7.44 W/K
Vrata	12.0	1.20	e = 1.00	0.06	-----	15.07 W/K
Podlaha	37.6	0.21	Gw= 1.00	-----	0.15	-1.32 W/K
Technická místo	9.1	0.37	f <sub>i</sub> =-0.50	0.00	-----	-1.68 W/K
Zádveří stěna	1.9	0.23	f <sub>i</sub> =-0.50	0.00	-----	-0.22 W/K
Zádveří dveře	2.1	2.00	f <sub>i</sub> =-0.50	0.00	-----	-2.07 W/K
2NP koupelna st	5.4	0.21	f <sub>i</sub> =-0.95	0.00	-----	-1.07 W/K
2NP ložnice str	41.0	0.21	f <sub>i</sub> =-0.75	0.00	-----	-6.46 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	194 W,	tj.	2.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	333 W,	tj.	4.9 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	526 W,	tj.	3.7 % z celkové ztráty objektu

### TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	3701 W,	tj.	49.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	3097 W,	tj.	45.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	6798 W,	tj.	47.6 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	201	Název místnosti :	Chodba
Půd. plocha A :	30.5 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	79.4 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	13.1 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	25.6	0.17	e = 1.00	0.02	-----	4.87 W/K
Okno	3.8	1.00	e = 1.15	0.08	-----	4.66 W/K
Dveře	10.7	1.20	e = 1.15	0.09	-----	15.81 W/K
Stěcha	30.5	0.14	e = 1.00	0.03	-----	5.19 W/K
Šatna stěna	5.6	0.71	bu= 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Koupelna R stěn	10.1	0.71	f <sub>i</sub> =-0.11	0.00	-----	-0.82 W/K
Koupelna nosná	3.1	0.23	f <sub>i</sub> =-0.11	0.00	-----	-0.08 W/K
Koupelna stěna	6.5	0.71	f <sub>i</sub> =-0.11	0.00	-----	-0.53 W/K
Koupelna dveře	1.9	2.00	f <sub>i</sub> =-0.11	0.00	-----	-0.43 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	1004 W,	tj.	13.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	472 W,	tj.	7.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	1476 W,	tj.	10.3 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	202	Název místnosti :	Dětský poko
Půd. plocha A :	33.4 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	86.9 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	16.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	38.0	0.17	e = 1.00	0.02	-----	7.23 W/K
Okna	7.5	1.00	e = 1.15	0.08	-----	9.31 W/K
Balkonové dveře	1.9	1.20	e = 1.15	0.10	-----	2.77 W/K
Okno balkonu	3.0	1.00	e = 1.15	0.06	-----	3.66 W/K
Střecha	33.4	0.14	e = 1.00	0.03	-----	5.68 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	1003 W,	tj.	13.4 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	517 W,	tj.	7.6 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	1520 W,	tj.	10.6 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	203	Název místnosti :	Koupelna
Půd. plocha A :	16.9 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	43.8 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	3.2 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n50 :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	9.3	0.17	e = 1.00	0.02	-----	1.77 W/K
Okno	0.5	1.00	e = 1.15	0.10	-----	0.63 W/K
Střecha	16.9	0.14	e = 1.00	0.03	-----	2.86 W/K
Šatna stěna	8.2	0.71	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Chodba stěna	6.5	0.71	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.47 W/K
Chodba dveře	1.9	2.00	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.38 W/K
WC stěna	5.4	0.71	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.39 W/K
1NP zádveří	11.0	0.25	f <sub>i</sub> = 0.23	0.00	-----	0.64 W/K
Chodba nosná st	3.1	0.23	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.07 W/K
1NP Obývací pok	4.4	0.25	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.11 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	286 W,	tj.	3.8 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	871 W,	tj.	12.8 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	1158 W,	tj.	8.1 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	204	Název místnosti :	WC
Půd. plocha A :	2.8 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	7.4 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	2.8	0.14	e = 1.00	0.03	-----	0.48 W/K
Šatna stěna	3.9	0.71	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Koupelna stěna	5.2	0.71	f <sub>i</sub> = -0.11	0.00	-----	-0.42 W/K
1NP zádveří str	1.1	0.25	f <sub>i</sub> = 0.14	0.00	-----	0.04 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F<sub>i,T</sub> : 4 W, tj. 0.0 % z celkové ztráty prostupem objektu  
 Ztráta větráním F<sub>i,V</sub> : 44 W, tj. 0.6 % z celkové ztráty větráním objektu  
 Ztráta celková F<sub>i,HL</sub> : 48 W, tj. 0.3 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	205	Název místnosti :	Studenstký
Půd. plocha A :	23.2 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	60.3 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	9.7 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	23.7	0.17	e = 1.00	0.02	-----	4.50 W/K
Okno	5.8	1.20	e = 1.15	0.05	-----	8.27 W/K
Střecha	23.2	0.14	e = 1.00	0.03	-----	3.94 W/K
Šatna stěna	5.7	0.71	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Šatna dveře	2.3	2.00	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F<sub>i,T</sub> : 585 W, tj. 7.8 % z celkové ztráty prostupem objektu  
 Ztráta větráním F<sub>i,V</sub> : 359 W, tj. 5.3 % z celkové ztráty větráním objektu  
 Ztráta celková F<sub>i,HL</sub> : 943 W, tj. 6.6 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	206	Název místnosti :	N - Šatna po
Půd. plocha A :	4.6 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	12.0 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	1.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	4.6	0.17	e = 1.00	0.02	-----	0.87 W/K
Střecha	4.6	0.14	e = 1.00	0.03	-----	0.78 W/K
Koupelna stěna	8.2	0.71	f <sub>i</sub> = -0.30	0.00	-----	-1.74 W/K
Pokoj stěna	5.7	0.71	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-0.68 W/K
Pokoj dveře	2.3	2.00	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-0.76 W/K
WC stěna	3.9	0.71	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-0.46 W/K
1NP koupelna	3.7	0.25	f <sub>i</sub> = -0.30	0.00	-----	-0.28 W/K
1NP zádveří str	0.9	0.25	f <sub>i</sub> = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F<sub>i,T</sub> : -68 W, tj. -0.9 % z celkové ztráty prostupem objektu  
 Ztráta větráním F<sub>i,V</sub> : 61 W, tj. 0.9 % z celkové ztráty větráním objektu  
 Ztráta celková F<sub>i,HL</sub> : -7 W, tj. -0.0 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	207	Název místnosti :	Ložnice
Půd. plocha A :	33.5 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	87.1 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	19.3 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	49.1	0.17	e = 1.00	0.02	-----	9.33 W/K
Velké okna	7.5	1.10	e = 1.15	0.05	-----	9.92 W/K
Malé okno	2.3	1.00	e = 1.15	0.08	-----	2.79 W/K
Střecha	33.5	0.14	e = 1.00	0.03	-----	5.69 W/K
Šatna stěna	13.4	0.71	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Šatna dveře	2.3	2.00	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
1NP komora stro	3.4	0.21	bu = 0.02	0.00	-----	0.01 W/K
1NP garáž	41.0	0.21	bu = 0.02	0.00	-----	0.17 W/K
Koupelna stěna	8.3	0.71	f <sub>i</sub> = -0.11	0.00	-----	-0.67 W/K
Koupelna dveře	1.9	2.00	f <sub>i</sub> = -0.11	0.00	-----	-0.43 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F<sub>i,T</sub> : 939 W, tj. 12.5 % z celkové ztráty prostupem objektu  
 Ztráta větráním F<sub>i,V</sub> : 518 W, tj. 7.6 % z celkové ztráty větráním objektu  
 Ztráta celková F<sub>i,HL</sub> : 1457 W, tj. 10.2 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	208	Název místnosti :	Koupelna
Půd. plocha A :	14.5 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	37.7 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	24.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	1.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	14.5	0.14	e = 1.00	0.03	-----	2.46 W/K
Šatna stěna	7.8	0.71	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
Šatna dveře	2.3	2.00	bu = 0.00	0.00	-----	0.00 W/K
1NP garáž strop	5.3	0.21	bu = 0.02	0.00	-----	0.02 W/K
Chodba stěna	10.1	0.71	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.74 W/K
Ložnice stěna	8.3	0.71	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.60 W/K
Ložnice dveře	1.9	2.00	f <sub>i</sub> = 0.10	0.00	-----	0.38 W/K
1NP tech. míst	10.2	0.25	f <sub>i</sub> = 0.23	0.00	-----	0.59 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 1.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	187 W,	tj.	2.5 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	749 W,	tj.	11.0 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	936 W,	tj.	6.6 % z celkové ztráty objektu

### REKAPITULACE ZADÁNÍ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	2	Název podlaží :	2NP
Číslo místnosti :	209	Název místnosti :	N - Šatna lo
Půd. plocha A :	7.4 m <sup>2</sup>	Objem vzduchu V :	19.4 m <sup>3</sup>
Exp. obvod P :	0.0 m	Počet na podlaží :	1
Teplota T <sub>i</sub> :	15.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk F <sub>i,z</sub> :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n <sub>50</sub> :	2.0 1/h	Činitel e + epsilon :	0.00 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Střecha	7.4	0.14	e = 1.00	0.03	-----	1.27 W/K
Chodba stěna	5.6	0.71	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-0.66 W/K
Ložnice stěna	13.4	0.71	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-1.58 W/K
Ložnice dveře	2.3	2.00	f <sub>i</sub> = -0.17	0.00	-----	-0.76 W/K
Koupelna stěna	7.8	0.71	f <sub>i</sub> = -0.30	0.00	-----	-1.66 W/K
Koupelna dveře	2.3	2.00	f <sub>i</sub> = -0.30	0.00	-----	-1.37 W/K

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění F<sub>i,RH</sub> : 0 W  
 Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	-143 W,	tj.	-1.9 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	99 W,	tj.	1.5 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	-44 W,	tj.	-0.3 % z celkové ztráty objektu

### TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 2

Ztráta prostupem F <sub>i,T</sub> :	3796 W,	tj.	50.6 % z celkové ztráty prostupem objektu
Ztráta větráním F <sub>i,V</sub> :	3690 W,	tj.	54.4 % z celkové ztráty větráním objektu
Ztráta celková F <sub>i,HL</sub> :	7487 W,	tj.	52.4 % z celkové ztráty objektu



**ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:**Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -15.0 C

Označ. p./č.m.	Název místnosti	Tep- lota Ti	Vytápěná plocha Af[m2]	Objem vzduchu V [m3]	Celk. ztráta FiHL[W]	% z celk. FiHL	Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]
1/ 101	Zádveří	15.0	12.6	32.7	159	1.1%	5.30
1/ 102	Technická m	15.0	8.5	22.1	95	0.7%	3.17
1/ 103	Koupelna	24.0	5.0	12.9	464	3.2%	11.89
1/ 104	Pracovna	20.0	16.9	44.0	946	6.6%	27.02
1/ 105	Obývací pok	20.0	45.4	120.9	2487	17.4%	71.07
1/ 106	Kuchyň + jí	20.0	54.1	140.6	2127	14.9%	60.77
1/ 107	N - Komora	5.0	8.5	22.1	-7	-0.0%	-0.33
1/ 108	N - Garáž	5.0	37.6	97.8	526	3.7%	26.31
2/ 201	Chodba	20.0	30.5	79.4	1476	10.3%	42.17
2/ 202	Dětský poko	20.0	33.4	86.9	1520	10.6%	43.43
2/ 203	Koupelna	24.0	16.9	43.8	1158	8.1%	29.69
2/ 204	WC	20.0	2.8	7.4	48	0.3%	1.36
2/ 205	Studenstý	20.0	23.2	60.3	943	6.6%	26.96
2/ 206	N - Šatna po	15.0	4.6	12.0	-7	-0.0%	-0.23
2/ 207	Ložnice	20.0	33.5	87.1	1457	10.2%	41.62
2/ 208	Koupelna	24.0	14.5	37.7	936	6.6%	24.00
2/ 209	N - Šatna lo	15.0	7.4	19.4	-44	-0.3%	-1.48

Součet: 355.4 927.0 14284 100.0% 412.73

**CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU**

**Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 14.284 kW 100.0 %**

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T 7.497 kW 52.5 %

Součet tep. ztrát větráním Fi,V 6.787 kW 47.5 %

**Tep. ztráta prostupem:**

			<b>Plocha:</b>	<b>Fi,T/m2:</b>
Obvodové zdívo	0.024 kW	0.2 %	4.8 m2	5.1 W/m2
Vstupní dveře	0.460 kW	3.2 %	11.0 m2	41.9 W/m2
Podlaha	0.318 kW	2.2 %	188.5 m2	1.7 W/m2
Stěna garáž	0.000 kW	0.0 %	1.9 m2	0.1 W/m2
Dveře garáž	0.006 kW	0.0 %	2.1 m2	3.0 W/m2
2NP šatna strop	0.000 kW	0.0 %	0.9 m2	0.0 W/m2
Koupelna stěna	-0.242 kW	-1.7 %	52.6 m2	-4.6 W/m2
Koupelna dveře	-0.104 kW	-0.7 %	7.9 m2	-13.3 W/m2
Pracovna stěna	0.013 kW	0.1 %	8.1 m2	1.6 W/m2
Pracovna dveře	-0.019 kW	-0.1 %	1.9 m2	-10.0 W/m2
Obývací pokoj s	-0.011 kW	-0.1 %	9.7 m2	-1.2 W/m2
Obývací pokoj d	-0.031 kW	-0.2 %	3.1 m2	-10.0 W/m2
2NP koupelna st	-0.074 kW	-0.5 %	31.0 m2	-2.4 W/m2
2NP WC strop	-0.001 kW	-0.0 %	1.1 m2	-1.2 W/m2
Garáž stěna	0.002 kW	0.0 %	9.1 m2	0.2 W/m2
Komora stěna	0.003 kW	0.0 %	13.5 m2	0.2 W/m2
Kuchyn stěna	-0.010 kW	-0.1 %	9.1 m2	-1.1 W/m2
Obvodová stěna	1.610 kW	11.3 %	289.6 m2	5.6 W/m2
Okno	0.936 kW	6.6 %	22.0 m2	42.6 W/m2
2NP Šatna	0.000 kW	0.0 %	3.7 m2	0.0 W/m2
Zádveří stěna	0.076 kW	0.5 %	23.1 m2	3.3 W/m2
Zádveří dveře	0.042 kW	0.3 %	8.9 m2	4.7 W/m2
Okna	1.165 kW	8.2 %	27.0 m2	43.2 W/m2
Dveře mezi okny	0.192 kW	1.3 %	4.0 m2	48.3 W/m2
Balkon	0.127 kW	0.9 %	22.6 m2	5.6 W/m2
Okno nad linkou	0.105 kW	0.7 %	3.0 m2	35.0 W/m2
Francouzské okn	0.242 kW	1.7 %	5.8 m2	42.0 W/m2
Komora dveře	0.003 kW	0.0 %	1.9 m2	1.4 W/m2
Technická místn	-0.013 kW	-0.1 %	15.5 m2	-0.9 W/m2
Větrací mřížky	0.009 kW	0.1 %	0.0 m2	230.0 W/m2
Kuchyň stěna	-0.025 kW	-0.2 %	7.1 m2	-3.4 W/m2
Kuchyň dveře	-0.056 kW	-0.4 %	1.9 m2	-30.0 W/m2
2NP ložnice str	-0.140 kW	-1.0 %	44.4 m2	-3.1 W/m2
Vrata	0.287 kW	2.0 %	12.0 m2	24.0 W/m2
Technická mísno	-0.034 kW	-0.2 %	9.1 m2	-3.7 W/m2
Dveře	0.515 kW	3.6 %	10.7 m2	48.3 W/m2

Střecha	0.827 kW	5.8 %	166.9 m <sup>2</sup>	5.0 W/m <sup>2</sup>
Šatna stěna	0.000 kW	0.0 %	44.6 m <sup>2</sup>	0.0 W/m <sup>2</sup>
Koupelna R stěn	-0.029 kW	-0.2 %	10.1 m <sup>2</sup>	-2.8 W/m <sup>2</sup>
Koupelna nosná	-0.003 kW	-0.0 %	3.1 m <sup>2</sup>	-0.9 W/m <sup>2</sup>
Balkonové dveře	0.089 kW	0.6 %	1.9 m <sup>2</sup>	48.3 W/m <sup>2</sup>
Okno balkonu	0.121 kW	0.8 %	3.0 m <sup>2</sup>	40.2 W/m <sup>2</sup>
Chodba stěna	0.027 kW	0.2 %	22.3 m <sup>2</sup>	1.2 W/m <sup>2</sup>
Chodba dveře	0.015 kW	0.1 %	1.9 m <sup>2</sup>	8.0 W/m <sup>2</sup>
WC stěna	0.001 kW	0.0 %	9.3 m <sup>2</sup>	0.2 W/m <sup>2</sup>
1NP zádveří	0.025 kW	0.2 %	11.0 m <sup>2</sup>	2.3 W/m <sup>2</sup>
Chodba nosná st	0.003 kW	0.0 %	3.1 m <sup>2</sup>	0.9 W/m <sup>2</sup>
1NP Obývací pok	0.004 kW	0.0 %	4.4 m <sup>2</sup>	1.0 W/m <sup>2</sup>
1NP zádveří str	0.001 kW	0.0 %	2.0 m <sup>2</sup>	0.7 W/m <sup>2</sup>
Šatna dveře	0.000 kW	0.0 %	6.8 m <sup>2</sup>	0.0 W/m <sup>2</sup>
Pokoj stěna	-0.020 kW	-0.1 %	5.7 m <sup>2</sup>	-3.6 W/m <sup>2</sup>
Pokoj dveře	-0.023 kW	-0.2 %	2.3 m <sup>2</sup>	-10.0 W/m <sup>2</sup>
1NP koupelna	-0.008 kW	-0.1 %	3.7 m <sup>2</sup>	-2.2 W/m <sup>2</sup>
Velké okna	0.332 kW	2.3 %	7.5 m <sup>2</sup>	44.3 W/m <sup>2</sup>
Malé okno	0.091 kW	0.6 %	2.3 m <sup>2</sup>	40.2 W/m <sup>2</sup>
1NP komora stro	0.000 kW	0.0 %	3.4 m <sup>2</sup>	0.1 W/m <sup>2</sup>
1NP garáž	0.006 kW	0.0 %	41.0 m <sup>2</sup>	0.1 W/m <sup>2</sup>
1NP garáž strop	0.001 kW	0.0 %	5.3 m <sup>2</sup>	0.2 W/m <sup>2</sup>
Ložnice stěna	-0.024 kW	-0.2 %	21.7 m <sup>2</sup>	-1.1 W/m <sup>2</sup>
Ložnice dveře	-0.008 kW	-0.1 %	4.1 m <sup>2</sup>	-1.9 W/m <sup>2</sup>
1NP tech. míst	0.023 kW	0.2 %	10.2 m <sup>2</sup>	2.3 W/m <sup>2</sup>
Tepelné mosty	0.669 kW	4.7 %	---	---

## PARAMETRY BUDOVY PODLE STARŠÍCH PŘEDPISŮ:

Celková tepelná charakteristika budovy - ČSN 730540 (1994):  $q_{c} = 0.32 \text{ W/m}^3\text{K}$

Spotřeba energie na vytápění - STN 730540, Zmena 5 (1997):  $E_1 = 23.31 \text{ kWh/m}^3\text{,rok}$

## PŘÍBLIŽNÁ MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ PODLE STN 730540 (2002):

Uvažované hodnoty :

- obestavěný objem  $V_b = 1364.86 \text{ m}^3$
- průměr. vnitřní teplota  $T_i = 18.0 \text{ }^\circ\text{C}$
- vnější teplota  $T_e = -15.0 \text{ }^\circ\text{C}$
- násobnost výměny  $n = 0.5 \text{ 1/h}$
- prům. výkon int. zdrojů tepla  $= 4 \text{ W/m}^2$
- propustnost oken  $g = 0.5$
- energie slun. záření  $= 200 \text{ kWh/m}^2\text{,a}$

Uvedená propustnost a energie slunečního záření se uvažují pro všechna okna vzhledem k tomu, že součástí zadání není popis orientací oken a jejich propustností.

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem  $Q_t: 17527 \text{ kWh/a}$

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním  $Q_v: 14791 \text{ kWh/a}$

Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření  $Q_s: 4286 \text{ kWh/a}$

Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů tepla  $Q_i: 7109 \text{ kWh/a}$

Výsledná potřeba tepla na vytápění  $Q_h: 21494 \text{ kWh/a}$

**Vypočtená přibližná měrná potřeba tepla  $E_1 = 15.75 \text{ kWh/m}^3\text{,rok}$**

## PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY:

Součet součinitelů tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem  $H, T: 213.5 \text{ W/K}$

Plocha obalových konstrukcí budovy  $A: 916.5 \text{ m}^2$

Požadavek ČSN 730540-2 odvozený z  $U_{req}$  dílčích konstrukcí  $U_{em, req}: 0.47 \text{ W/m}^2\text{K}$

**Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy  $U_{em} 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$**

STOP, Ztráty 2008

## PŘÍLOHA Č. 3

## Protokol k energetickému štítku obálky budovy

## Identifikační údaje

Druh stavby	RD - Novostavba
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Ostrava - Stará Bělá, Mitrovická 25, 700 30
Katastrální území a katastrální číslo	, č.kat.
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	
Adresa	
Telefon / E-mail	/

## Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	1 364,8 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	916,5 m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy $A / V$	0,67 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Typ budovy	bytová
Poměrná plocha průsvitných výplní otvorů obvodového pláště $f_w$ (pro nebyt. budovy)	0,00
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\theta_{in}$	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_{e}$	-15 °C

## Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha $A_i$ [m <sup>2</sup> ]	Součinitel (činitel) prostupu tepla $U_i$ ( $\sum \psi_{k,lk} + \sum \chi_{ij}$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$ ( $U_{N,rc}$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Činitel teplotní redukce $b_i$ [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ [W/K]
Obvodová stěna	289,6	0,17	( )	0,99	48,8
Okna	27,0	1,00	( )	1,31	35,3
Okno	22,0	1,20	( )	1,07	28,4
Střecha	166,9	0,14	( )	1,07	25,1
Tepelné mosty			( )		20,3
Dveře	10,7	1,20	( )	1,22	15,6
Vstupní dveře	11,0	1,20	( )	1,06	13,9
Velké okna	7,5	1,10	( )	1,22	10,1
Podlaha	188,5	0,15	( )	0,34	9,6
Zbýlé konstrukce	543,1		( )		20,1
<b>Celkem</b>	<b>1 266,3</b>				<b>227,2</b>

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

**Stanovení prostupu tepla obálky budovy**

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	227,2
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,25
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,39
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,52
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,12

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy**

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,16
B – C	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,31
(C1 – C2)	$(0,75 \cdot U_{em,rq})$	(W/(m <sup>2</sup> ·K))	(0,39)
C – D	$U_{em,rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,52
D – E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,82
E – F	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,12
F – G	$1,5 \cdot U_{em,s}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,69

Klasifikace: B - úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 25.4.2010

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Martina Vodičková

IČ:

Zpracoval:

Podpis: .....

# ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

(Typ budovy, místní označení) (Adresa budovy)				Hodnocení obálky budovy			
Celková podlahová plocha $A_c = 444,04 \text{ m}^2$				stávající		doporučení	
<div><div>CI Velmi úsporná</div><div><div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div><div>0,3</div><div>0,6</div><div>1,0</div><div>1,5</div><div>2,0</div><div>2,5</div></div><div>Mimořádně ne hospodárná</div></div>				<div>0,48</div>			
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				$U_{em} = H_T / A$		0,25	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$ pro $A/V = 0,67 \text{ m}^2/\text{m}^3$							
CI	0,30	0,60	(0,75)	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,16	0,31	(0,39)	0,52	0,82	1,12	1,69
Platnost štítku do							
Datum vystavení štítku				25.4.2010			
Štítek vypracoval				Martina Vodičková			

## PŘÍLOHA Č. 4

<b>Lokalita (Tabulka)</b> Město: <input type="text" value="Ostrava"/> Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15$ °C Délka topného období: $d = 229$ [dny] Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 4$ °C <input type="radio"/> $t_{em} = 12$ °C <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13$ °C <input type="radio"/> $t_{em} = 15$ °C ???	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Vytápění</b> Tepelná ztráta objektu $Q_c = 14,248$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 18$ °C ??? Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3206$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.85$ ??? $\eta_o = 0.95$ ??? $e_t = 0.90$ ??? $\eta_r = 0.95$ ??? $e_d = 1.00$ ??? Opravný součinitel $\varepsilon$ ??? <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{VYT,r} = \left( \begin{array}{l} 101.4 \text{ GJ/rok} \\ 28.2 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Ohřev teplé vody</b> $t_1 = 10$ °C ??? $\rho = 1000$ kg/m³ ??? $t_2 = 55$ °C ??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.328$ m³/den ??? Koefficient energetických ztrát systému $z = 0.5$ ??? Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 29.3 \text{ GJ/rok} \\ 8.1 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$
<b>Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody</b> $Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left( \begin{array}{l} 130.7 \text{ GJ/rok} \\ 36.3 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$	

Obr. 4P-1 Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TV pomocí výpočtového programu na serveru [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

## PŘÍLOHA Č. 5

Tabulka radiátorů a tepelných ztrát místností:

Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	TEPELNÁ ZTRÁTA [W]	RADIÁTOR	DÉLKA [mm]	ŠÍŘKA [mm]	VÝŠKA [mm]	POČET	TEPELNÝ VÝKON [W]	CELKOVÝ VÝKON [W]	VODNÍ OBJEM
1.01	Zádvěří	159	Koratherm Horizontal	1000	62	144	1	201	201	4,9
1.02	Technická místnost	95	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03	Koupelna	464	Koralux HARMONY	69	644	1400	1	564	564	9,982
1.04	Pracovna	946	MINIB COIL - P80	2500	243	80	2	496	992	3,6
1.05	Obývací pokoj	2487	MINIB COIL - T50	2000	243	50	3	850 (1. st)	2550	3,2
1.06	Kuchyně a jídelna	2629	MINIB COIL - T80	1250	243	80	1	1033 (1. st)	2881	0,8
1.07	Komora	-7	-	-	-	-	1	1848 (1. st)	-	1,4
1.08	Garáž	526	-	-	-	-	-	-	-	-
2.01	Chodba	1476	MINIB COIL - PT4	2000	303	125	2	803	1606	2,8
2.02	Dětský pokoj	1520	MINIB COIL - PMW90	2000	420	90	2	852	1704	5,6
2.03	Koupelna	1158	Koralux HARMONY	69	920	2000	1	1380	1380	20,332
2.04	WC	48	-	-	-	-	-	-	-	-
2.05	Studentský pokoj	943	MINIB COIL - PMW90	2500	420	90	1	1102	1102	3,6
2.06	Šatna	-7	-	-	-	-	-	-	-	-
2.07	Ložnice	1457	Koratherm Horizontal	2000	62	514	1	1506	1506	37
2.08	Koupelna	936	Koralux HARMONY	69	782	1800	1	941	941	14,7016
2.09	Šatna	-44	-	-	-	-	-	-	-	-
SUMA		14786	SUMA				SUMA		15427	107,9156

## PŘÍLOHA Č. 6

Dimenzování potrubí											
Teplotní spád 65/55											
Δp=				10 K							
Měrné teplo vody - c =				4186,8 J · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup>							
Měrná hmotnost vody - ζ =				971,8 kg · m <sup>-3</sup>							
HLAVNÍ VĚTVE											
Okruhy těles											
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	Σξ	Z	R.I	R.I + Z
Č. 4	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,1	6802,25	16,32	6819
	2	4307	3,59	370,34	20	74,747	0,33	2,5	132,29	267,97	400
	2'	4307	4,05	370,34	20	74,747	0,33	2,4	126,99	302,58	430
	3	1757	3,77	151,07	13	121,612	0,322	2,3	115,87	457,87	574
	3'	1757	3,67	151,07	13	121,612	0,322	1,5	75,57	445,71	521
	4	1556	3,28	133,79	13	97,343	0,283	0,4	15,57	319,29	335
	4'	1556	3,21	133,79	13	97,343	0,283	1,2	46,70	312,28	359
	5	992	3,37	85,30	13	44,767	0,181	0,8	12,73	151,00	164
	5'	992	3,37	85,30	13	44,767	0,181	1,6	25,47	150,82	176
Σ	6	496	2,75	42,65	13	9,948	0,095	0,4	281,75	27,36	309
	6'	496	2,69	42,65	13	9,948	0,095	0,4	1,75	26,80	29
Σ											19088
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	Σξ	Z	R.I	R.I + Z
Č. 5	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819
	2	4307	3,59	370,34	20	74,747	0,33	2,5	132,29	267,97	400
	2'	4307	4,05	370,34	20	74,747	0,33	2,4	126,99	302,58	430
	7	2550	10,02	219,26	20	29,815	0,199	0,6	11,55	298,66	310
	7'	2550	9,96	219,26	20	29,815	0,199	2,2	42,33	296,93	339
	8	1700	3,73	146,17	16	42,241	0,206	2,1	43,30	157,43	201
	8'	1700	3,79	146,17	16	42,241	0,206	1,6	32,99	159,97	193
	9	850	0,50	73,09	13	34,239	0,155	0,5	845,84	17,09	863
	9'	850	0,42	73,09	13	34,239	0,155	1,6	18,68	14,52	33
Σ											1939
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	Σξ	Z	R.I	R.I + Z
Č. 8	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819
	10	2881	9,61	247,72	20	36,93	0,218	0,8	18,47	354,82	373
	10'	2881	8,79	247,72	20	36,93	0,218	1,6	36,95	324,50	361
	11	1848	5,54	158,90	16	48,922	0,219	0,5	2611,65	271,13	2883
	11'	1848	5,57	158,90	16	48,922	0,219	0,6	13,98	272,69	287
Σ											3904
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	Σξ	Z	R.I	R.I + Z
Č. 11	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582
	13	4929	2,20	423,82	20	94,789	0,379	2,3	160,53	208,63	369
	13'	4929	2,19	423,82	20	94,789	0,379	2,6	181,47	207,68	389
	14	3988	1,15	342,91	20	65,231	0,311	2	93,99	74,95	169
	14'	3988	1,04	342,91	20	65,231	0,311	1,5	70,50	67,78	138
	15	2482	2,67	213,41	16	82,054	0,307	2,3	105,33	218,67	324
	15'	2482	2,66	213,41	16	82,054	0,307	2,6	119,07	217,85	337
	16	1102	7,81	94,75	13	53,517	0,204	0,5	1050,11	417,97	1468
	16'	1102	7,23	94,75	13	53,517	0,204	0,5	10,11	386,93	397
Σ											4764
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	Σξ	Z	R.I	R.I + Z
Č. 12	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582
	17	3310	3,35	284,61	20	46,883	0,256	5,3	168,77	156,87	326
	17'	3310	3,34	284,61	20	46,883	0,256	9,8	312,07	156,68	469
	18	1606	0,54	138,09	16	38,546	0,197	0,3	5,66	20,62	26
	18'	1606	0,51	138,09	16	38,546	0,197	1,1	20,74	19,70	40
	19	803	6,70	69,05	13	31,034	0,148	0,3	673,19	207,77	881
	19'	803	6,76	69,05	13	31,034	0,148	0,3	3,19	209,63	213
Σ											1955



	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 15	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	19104
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	2.4	6802.25	16.32	6819	
	12	8239	2.78	708.43	25	80.695	0.419	4.3	366.81	223.93	591	
	12'	8239	3.61	708.43	25	80.695	0.419	3.4	290.04	291.47	582	
	17	3310	3.35	284.61	20	46.883	0.256	5.3	168.77	156.87	326	
	17'	3310	3.34	284.61	20	46.883	0.256	9.8	312.07	156.68	469	
	20	1704	2.10	146.52	16	42.422	0.207	3.5	72.87	89.17	162	
	20'	1704	2.24	146.52	16	42.422	0.207	9.2	191.55	95.07	287	
	21	852	2.10	73.26	13	42.259	0.175	0.3	714.46	88.53	803	
	21'	852	2.12	73.26	13	42.259	0.175	0.3	4.46	89.59	94	
$\Sigma$											1346	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 16	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	20664
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	2.4	6802.25	16.32	6819	
	12	8239	2.78	708.43	25	80.695	0.419	4.3	366.81	223.93	591	
	12'	8239	3.61	708.43	25	80.695	0.419	3.4	290.04	291.47	582	
	13	4929	2.20	423.82	20	94.789	0.379	2.3	160.53	208.63	369	
	13'	4929	2.19	423.82	20	94.789	0.379	2.6	181.47	207.68	389	
	14	3988	1.15	342.91	20	65.231	0.311	2	93.99	74.95	169	
	14'	3988	1.04	342.91	20	65.231	0.311	1.5	70.50	67.78	138	
	22	1506	11.71	129.49	13	92.041	0.272	6.5	233.67	1078.08	1312	
	22'	1506	13.66	129.49	13	92.041	0.272	1.8	64.71	1257.56	1322	
$\Sigma$											2634	
VEDLEJŠÍ VĚTVĚ												
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 1	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	17723
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	21	6802.25	16.32	6819	
	2	4307	3.59	370.34	20	74.747	0.33	2.5	132.29	267.97	400	
	2'	4307	4.05	370.34	20	74.747	0.33	2.4	126.99	302.58	430	
	3	1757	3.77	151.07	13	121.612	0.322	2.3	115.87	457.87	574	
	3'	1757	3.67	151.07	13	121.612	0.322	1.5	75.57	445.71	521	
	23	201	0.05	17.28	13	2.492	0.036	7.6	4.79	0.12	5	
	23'	201	0.05	17.28	13	2.492	0.036	1.5	0.94	0.12	1	
$\Sigma$											6	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 2	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	18468
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	21	6802.25	16.32	6819	
	2	4307	3.59	370.34	20	74.747	0.33	2.5	132.29	267.97	400	
	2'	4307	4.05	370.34	20	74.747	0.33	2.4	126.99	302.58	430	
	3	1757	3.77	151.07	13	121.612	0.322	2.3	115.87	457.87	574	
	3'	1757	3.67	151.07	13	121.612	0.322	1.5	75.57	445.71	521	
	4	1556	3.28	133.79	13	97.343	0.283	0.4	15.57	319.29	335	
	4'	1556	3.21	133.79	13	97.343	0.283	1.2	46.70	312.28	359	
	24	564	1.50	48.50	13	14.995	0.107	4.5	25.03	22.46	47	
	24'	564	0.09	48.50	13	14.995	0.107	1.5	8.34	1.32	10	
$\Sigma$											57	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 3	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	19048
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	21	6802.25	16.32	6819	
	2	4307	3.59	370.34	20	74.747	0.33	2.5	132.29	267.97	400	
	2'	4307	4.05	370.34	20	74.747	0.33	2.4	126.99	302.58	430	
	3	1757	3.77	151.07	13	121.612	0.322	2.3	115.87	457.87	574	
	3'	1757	3.67	151.07	13	121.612	0.322	1.5	75.57	445.71	521	
	4	1556	3.28	133.79	13	97.343	0.283	0.4	15.57	319.29	335	
	4'	1556	3.21	133.79	13	97.343	0.283	1.2	46.70	312.28	359	
	5	992	3.37	85.30	13	44.767	0.181	0.8	12.73	151.00	164	
	5'	992	3.37	85.30	13	44.767	0.181	1.6	25.47	150.82	176	
	25	496	0.06	42.65	13	9.948	0.095	2	288.77	0.60	289	
	25'	496	0.12	42.65	13	9.948	0.095	1.5	6.58	1.19	8	
$\Sigma$											297	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma \xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 6	1	15427	0.60	1326.48	32	75.903	0.475	32.2	8928.12	45.16	8973	18554
	1'	15427	0.22	1326.48	32	75.903	0.475	21	6802.25	16.32	6819	
	2	4307	3.59	370.34	20	74.747	0.33	2.5	132.29	267.97	400	
	2'	4307	4.05	370.34	20	74.747	0.33	2.4	126.99	302.58	430	
	7	2550	10.02	219.26	20	29.815	0.199	0.6	11.55	298.66	310	
	7'	2550	9.96	219.26	20	29.815	0.199	2.2	42.33	296.93	339	
	8	1700	3.73	146.17	16	42.241	0.206	2.1	43.30	157.43	201	
	8'	1700	3.79	146.17	16	42.241	0.206	1.6	32.99	159.97	193	
	26	850	0.59	73.09	13	34.239	0.155	0.2	842.33	20.20	863	
	26'	850	0.43	73.09	13	34.239	0.155	1	11.67	14.55	26	
$\Sigma$											889	

# Bakalářská práce

	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 7	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	18168
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	21	6802,25	16,32	6819	
	2	4307	3,59	370,34	20	74,747	0,33	2,5	132,29	267,97	400	
	2'	4307	4,05	370,34	20	74,747	0,33	2,4	126,99	302,58	430	
	7	2550	10,02	219,26	20	29,815	0,199	0,6	11,55	298,66	310	
	7'	2550	9,96	219,26	20	29,815	0,199	2,2	42,33	296,93	339	
	27	850	0,26	73,09	13	34,239	0,155	2	863,35	8,80	872	
	27'	850	0,21	73,09	13	34,239	0,155	1,5	17,51	7,26	25	
$\Sigma$											897	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 9	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	17625
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819	
	10	2881	9,61	247,72	20	36,93	0,218	0,8	18,47	354,82	373	
	10'	2881	8,79	247,72	20	36,93	0,218	1,6	36,95	324,50	361	
	28	1033	0,06	88,82	13	47,94	0,188	2	1064,35	2,88	1067	
	28'	1033	0,12	88,82	13	47,94	0,188	1,5	25,76	5,75	32	
$\Sigma$											1099	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 10	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	18872
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819	
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591	
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582	
	13	4929	2,20	423,82	20	94,789	0,379	2,3	160,53	208,63	369	
	13'	4929	2,19	423,82	20	94,789	0,379	2,6	181,47	207,68	389	
	14	3988	1,15	342,91	20	65,231	0,311	2	93,99	74,95	169	
	14'	3988	1,04	342,91	20	65,231	0,311	1,5	70,50	67,78	138	
	15	2482	2,67	213,41	16	82,054	0,307	2,3	105,33	218,67	324	
	15'	2482	2,66	213,41	16	82,054	0,307	2,6	119,07	217,85	337	
	29	1380	2,65	118,66	16	29,463	0,172	4,5	64,69	78,02	143	
	29'	1380	0,59	118,66	16	29,463	0,172	1,5	21,56	17,32	39	
$\Sigma$											182	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 13	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	18538
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819	
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591	
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582	
	17	3310	3,35	284,61	20	46,883	0,256	5,3	168,77	156,87	326	
	17'	3310	3,34	284,61	20	46,883	0,256	9,8	312,07	156,68	469	
	18	1606	0,54	138,09	16	38,546	0,197	0,3	5,66	20,62	26	
	18'	1606	0,51	138,09	16	38,546	0,197	1,1	20,74	19,70	40	
	30	803	0,06	69,05	13	31,034	0,148	2	691,29	1,86	693	
	30'	803	0,12	69,05	13	31,034	0,148	1,5	15,96	3,72	20	
$\Sigma$											713	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 14	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	18977
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819	
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591	
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582	
	17	3310	3,35	284,61	20	46,883	0,256	5,3	168,77	156,87	326	
	17'	3310	3,34	284,61	20	46,883	0,256	9,8	312,07	156,68	469	
	20	1704	2,10	146,52	16	42,422	0,207	3,5	72,87	89,17	162	
	20'	1704	2,24	146,52	16	42,422	0,207	9,2	191,55	95,07	287	
	31	852	0,06	73,26	13	42,259	0,175	2	739,76	2,54	742	
	31'	852	0,12	73,26	13	42,259	0,175	1,5	22,32	5,07	27	
$\Sigma$											770	
	Úsek č.	Q [W]	I [m]	M [kg/h]	d [mm]	R [Pa/m]	w [m/s]	$\Sigma\xi$	Z	R.I	R.I + Z	
č. 17	1	15427	0,60	1326,48	32	75,903	0,475	32,2	8928,12	45,16	8973	17052
	1'	15427	0,22	1326,48	32	75,903	0,475	2,4	6802,25	16,32	6819	
	12	8239	2,78	708,43	25	80,695	0,419	4,3	366,81	223,93	591	
	12'	8239	3,61	708,43	25	80,695	0,419	3,4	290,04	291,47	582	
	32	941	2,35	80,91	16	15,273	0,122	4,5	32,54	35,86	68	
	32'	941	0,59	80,91	16	15,273	0,122	1,5	10,85	8,98	20	
$\Sigma$											88	

Místní odpory jednotlivých úseků					
Úsek č. 1	Koleno 45° 1x		0,2		
	X - kus (dělení) 1x		2		
	Armatury		30		
	TRV+AKU	4708	32,2		
Úsek č. 2	Koleno 45° 2x		0,4		
	T - kus (průchod) 1x		2		
	Redukce 32 - 20		0,1		
			2,5		
Úsek č. 3	T - kus (rozdělení) 1x		2		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
	Redukce 20 - 13		0,1		
			2,3		
Úsek č. 4	Koleno 45° 1x		0,2		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
			0,4		
Úsek č. 5	Koleno 45° 3x		0,6		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
			0,8		
Úsek č. 6	Koleno 45° 2x		0,4		
	Otopné těleso	280Pa			
		280	0,4		
Úsek č. 7	Koleno 45° 1x		0,2		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
			0,6		
Úsek č. 8	T - kus (rozdělení) 1x		2		
	Redukce 20 - 16		0,1		
			2,1		
Úsek č. 9	Koleno 45° 2x		0,4		
	Redukce 16 - 13		0,1		
	Otopné těleso	840Pa			
		840	0,5		
Úsek č. 10	Koleno 45° 3x		0,6		
	T - kus (průchod) 1x		0,2		
	X - kus (dělení) 1x		2		
			0,8		
Úsek č. 11	Koleno 45° 2x		0,4		
	Redukce 20 - 13		0,1		
	Otopné těleso	2600Pa			
		2600	0,5		
Úsek č. 1'	Armatury		20		
	X - kus (spojení) 1x		1		
	Napojení na kotel	690Pa			
	TRV	4500	21		
Úsek č. 2'	Koleno 45° 3x		0,6		
	T - kus (spojení) 1x		1,5		
	Redukce 20-32		0,3		
			2,4		
Úsek č. 3'	T - kus (spojení) 1x		1,5		
	T - kus (spojení) 1x		1		
	Redukce 13 - 20		0,2		
			1,5		
Úsek č. 4'	Koleno 45° 1x		0,2		
	T - kus (spojení) 1x		1		
			1,2		
Úsek č. 5'	Koleno 45° 3x		0,6		
	T - kus (spojení) 1x		1		
			1,6		
Úsek č. 6'	Koleno 45° 2x		0,4		
			0,4		
Úsek č. 7'	Koleno 45° 1x		0,2		
	T - kus (spojení) 1x		1		
	T - kus (spojení) 1x		1		
			2,2		
Úsek č. 8'	T - kus (spojení) 1x		1,5		
	Redukce 16 - 20		0,1		
			1,6		
Úsek č. 9'	Koleno 45° 2x		0,4		
	Redukce 13- 16		0,1		
			0,5		
Úsek č. 10'	Koleno 45° 3x		0,6		
	T - kus (spojení) 1x		1		
	X - kus (spojení) 1x		1		
			1,6		
Úsek č. 11'	Koleno 45° 2x		0,4		
	Redukce 13 - 20		0,2		
			0,6		

Úsek č. 12	Koleno 45° 1x	0,2		Úsek č. 12'	Koleno 45° 1x	0,2	
	T - kus (rozdělení) 2x	4			T - kus (spojení) 2x	3	
	Redukce 32 - 25	0,1			Redukce 25 - 32	0,2	
			4,3				3,4
Úsek č. 13	T - kus (rozdělení) 1x	2		Úsek č. 13'	T - kus (spojení) 1x	1,5	
	T - kus (průchod) 1x	0,2			T - kus (spojení) 1x	1	
	Redukce 25 - 20	0,1			Redukce 20 - 25	0,1	
			2,3				2,6
Úsek č. 14	T - kus (rozdělení) 1x	2		Úsek č. 14'	T - kus (spojení) 1x	1,5	
			2				1,5
Úsek č. 15	T - kus (rozdělení) 1x	2		Úsek č. 15'	T - kus (spojení) 1x	1,5	
	T - kus (průchod) 1x	0,2			T - kus (spojení) 1x	1	
	Redukce 20 - 16	0,1			Redukce 16 - 20	0,1	
			2,3				2,6
Úsek č. 16	Koleno 45° 2x	0,4		Úsek č. 16'	Koleno 45° 2x	0,4	
	Redukce 16 - 13	0,1			Redukce 13 - 16	0,1	
	Otopné těleso	1040Pa					
		1040	0,5				0,5
Úsek č. 17	Koleno 45° 1x	0,2		Úsek č. 17'	Koleno 45° 1x	0,2	
	T - kus (rozdělení) 2x	5			T - kus (spojení) 2x	9,5	
	Redukce 25 - 20	0,1			Redukce 20 - 25	0,1	
			5,3				9,8
Úsek č. 18	T - kus (průchod) 1x	0,2		Úsek č. 18'	T - kus (spojení) 1x	1	
	Redukce 20 - 16	0,1			Redukce 16 - 20	0,1	
			0,3				1,1
Úsek č. 19	Koleno 45° 1x	0,2		Úsek č. 19'	Koleno 45° 1x	0,2	
	Redukce 16 - 13	0,1			Redukce 13 - 16	0,1	
	Otopné těleso	670Pa					
		670	0,3				0,3
Úsek č. 20	Koleno 45° 1x	0,2		Úsek č. 20'	Koleno 45° 1x	0,2	
	T - kus (protiproud) 1x	3,2			T - kus (protiproud) 1x	9	
	Redukce 20 - 16	0,1			Redukce 16 - 20	0,1	
			3,5				9,2
Úsek č. 21	Koleno 45° 1x	0,2		Úsek č. 21'	Koleno 45° 1x	0,2	
	Redukce 16 - 13	0,1			Redukce 13 - 16	0,1	
	Minib	710Pa					
		710	0,3				0,3
Úsek č. 22	Koleno 45° 3x	0,6		Úsek č. 22'	Koleno 45° 3x	0,6	
	T - kus (průchod) 1x	0,2			T - kus (spojení) 1x	1	
	Redukce 20 - 13	0,1			Redukce 13 - 20	0,2	
	Koratherm	5,6	6,5				1,8

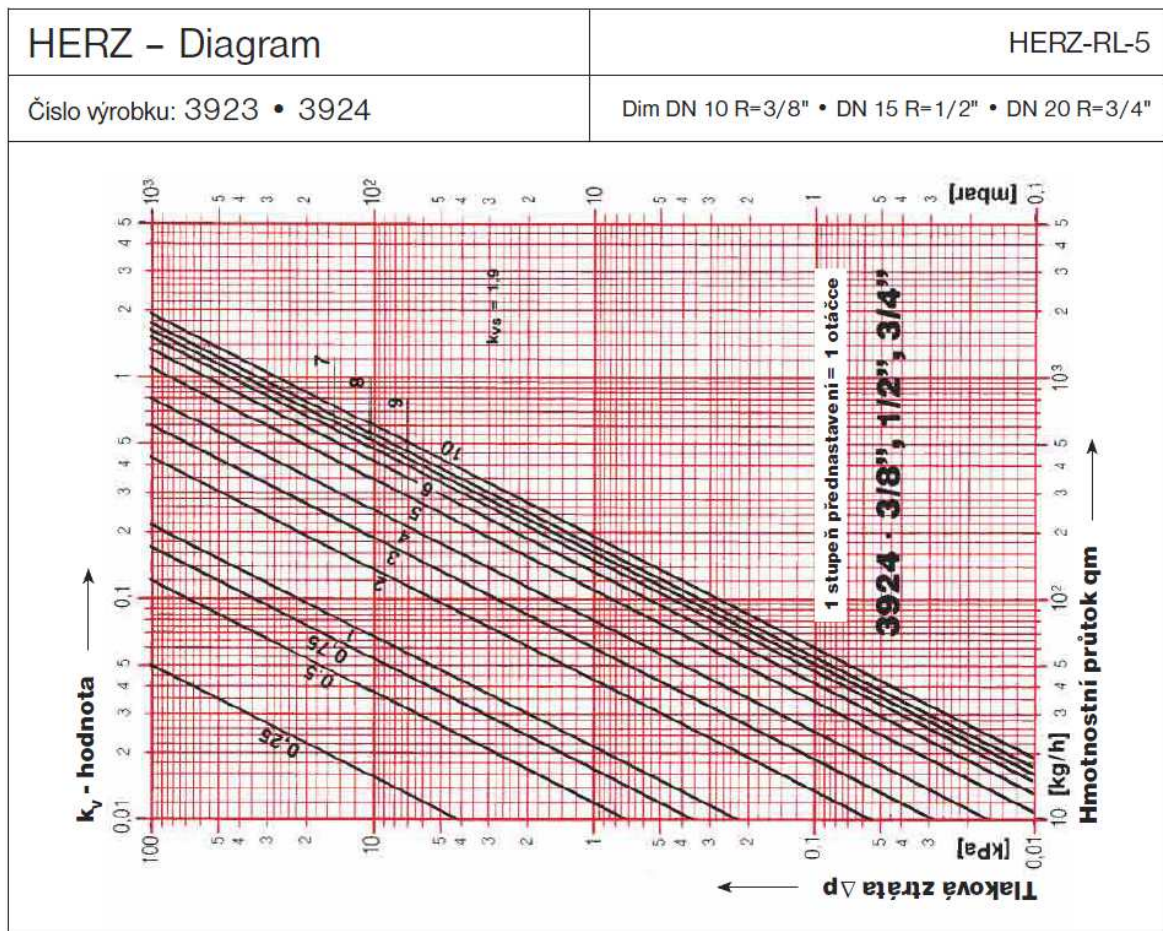
Úsek č. 23	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Koratherm Horizontal	5,6	
		7,6	
Úsek č. 24	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Koralux Tubus	2,5	
		4,5	
Úsek č. 25	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Minib	280Pa	
		280	2
Úsek č. 26	T - kus (průchod) 1x	0,2	
	Minib	840Pa	
		840	0,2
Úsek č. 27	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Minib	840Pa	
		840	2
Úsek č. 28	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Minib	1030Pa	
		1030	2
Úsek č. 29	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Koralux Tubus	2,5	
		4,5	
Úsek č. 30	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Minib	670Pa	
		670	2
Úsek č. 31	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Minib	710Pa	
		710	2
Úsek č. 32	T - kus (rozdělení) 1x	2	
	Koralux Tubus	2,5	
		4,5	
Úsek č. 23'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 24'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 25'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 26'	T - kus (spojení ) 1x	1	
			1
Úsek č. 27'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 28'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 29'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 30'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 31'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5
Úsek č. 32'	T - kus (spojení ) 1x	1,5	
			1,5



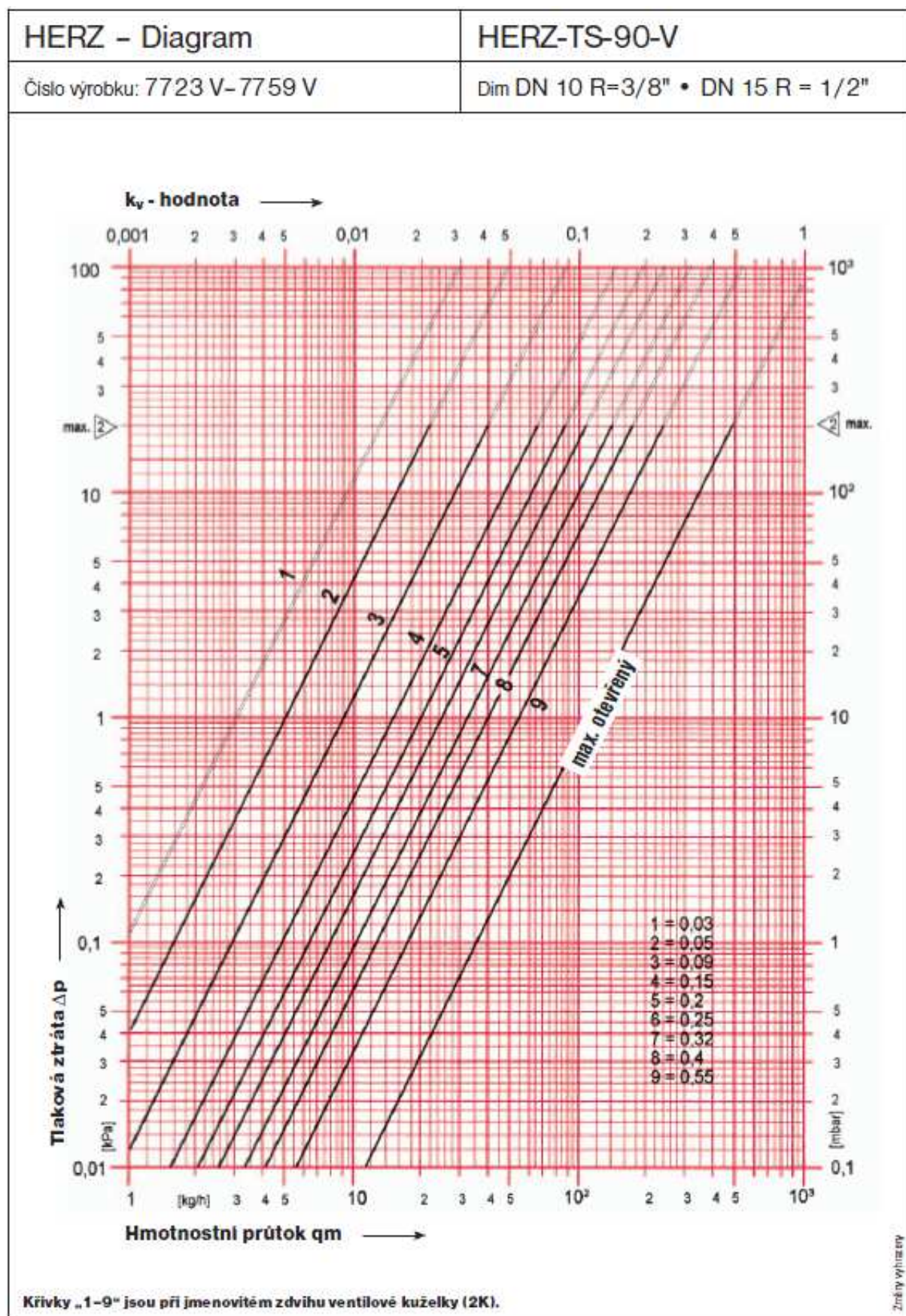
## PŘÍLOHA Č. 7

## Návrh TRV:

Přednastavení termostatických ventilů a regulačních šroubení										
Okruh	Ztráta	Průtok	TRV	Šroubení		Ztráta s ventily	Odchylna		Regulace	
Nejhorší okruh: TĚLESO 16:	20664	129	1400	O	700	O	22764			
TĚLESO 10	18030	119	3570	9	1150	5	22750	-14	4734	
TĚLESO 11	19895	95	750	O	2120	3	22765	1	2869	
TĚLESO17	17811	81	4000	8	980	4	22791	27	4953	
TĚLESO 12	19544	69	3010	8	200	O	22754	-10	3220	
TĚLESO 13	18450	69	3010	8	1280	2	22740	-24	4314	
TĚLESO 15	19786	73	1650	9	1310	2	22746	-18	2978	
TĚLESO 14	18889	73	3100	8	750	4	22739	-25	3875	
TĚLESO 4	18648	43	600	9	3530	1	22778	14	4116	
TĚLESO 3	18310	43	3000	6	1460	5	22770	7	4453	
TĚLESO 2	17673	48	3950	6	1150	2	22773	10	5090	
TĚLESO 1	17723	17	4500	2	550	1	22773	9	5041	
TĚLESO 5	20347	73	1650	9	750	4	22747	-17	2417	
TĚLESO 6	19451	73	3100	8	220	O	22771	7	3313	
TĚLESO 7	18168	73	3100	8	1480	3	22748	-16	4596	
TĚLESO 8	20795	159	670	O	1280	4	22745	-19	1969	
TĚLESO 9	17625	89	4700	8	440	7	22765	2	5138	

TRV ventil  
DANFOSS RA

Graf P5-1 Diagram regulačního šroubení HERZ – RL – 5



Graf P5-2 Diagram TRV HERZ – TS – 90 - V



## PŘÍLOHA Č. 8

### Návrh primárního (P) oběhového čerpadla:

Požadovaný objemový průtok čerpadlem je:

$$Q = 1326,48 \text{ kg/h} = 1,365 \text{ m}^3/\text{h}$$

Výtlačná výška:

Tlakové ztráty nejnepríznivějšího okruhu  
(ztráty potrubí + TRV + kotel + akumulční nádrž +  
trojcestné ventily + uzavírací armatury)

$$\Delta p = 22,764 \text{ kPa} = 2,2764 \text{ m}$$

### Návrh sekundárního (S) oběhového čerpadla:

Požadovaný objemový průtok čerpadlem je:

$$Q = 1326,48 \text{ kg/h} = 1,365 \text{ m}^3/\text{h}$$

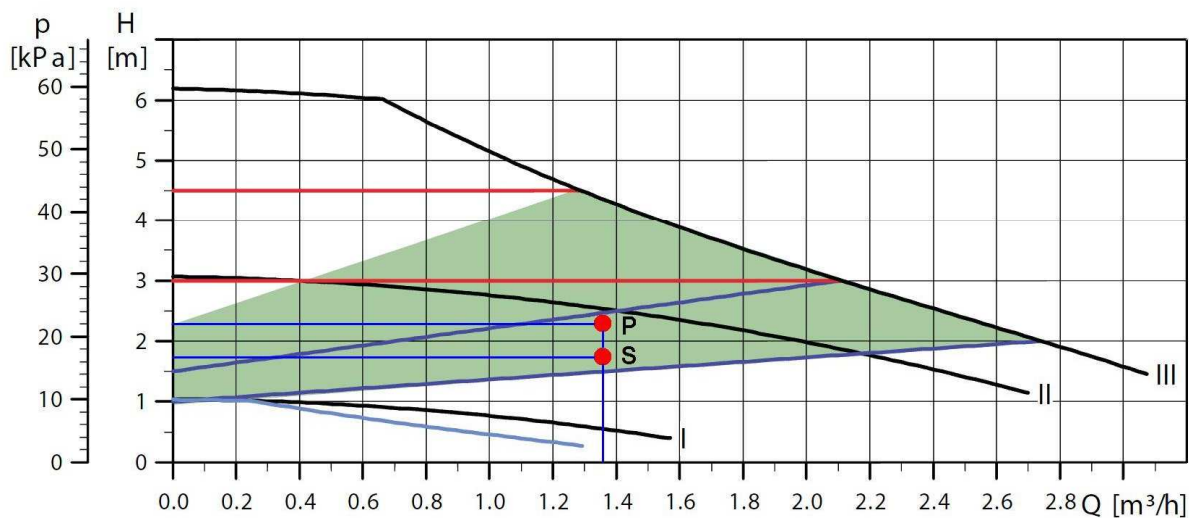
Výtlačná výška:

Tlakové ztráty nejnepríznivějšího okruhu  
(ztráty potrubí + TRV + + akumulční nádrž +  
trojcestný ventil + uzavírací armatury)

$$\Delta p = 17,574 \text{ kPa} = 1,7574 \text{ m}$$

Nastavení oběhových čerpadel dle charakteristické křivky čerpadla:

### ALPHA2 25-60



Graf P6-1 Charakteristické křivky čerpadla ALPHA 2

Pracovní bod obou čerpadel vychází pod křivkou 2, čerpadla tedy mohou být nastavena na křivku dvě. Je však energeticky výhodnější nastavit na čerpadlech funkci AUTOadapt, která si sama dle průtoku reguluje rychlost otáček, tedy vyhledává neoptimálnější provozní bod čerpadla.



## PŘÍLOHA Č. 9

### Návrh a výpočet pojišťovacího ventilu:

#### Návrh pojistného ventilu:

Určení otevíracího přetlaku pojistného ventilu:

Maximální provozní tlak kotle  $P_{\max} = 300 \text{ kPa}$

*Návrh (rezerva 10%):*

$300 \text{ kPa} \cdot 0,1 = 30 \text{ kPa}$

$300 - 30 = 270 \text{ kPa}$  = (podle katalogu výrobce) = **250 kPa**

*Kontrola:*

$P_{\max} > P_{\text{ot}}$

$300 \text{ kPa} > 250 \text{ kPa}$  **Vyhovuje**

**Průřez sedla pojistného ventilu je stanoven ze vztahu [8]:**

$$S_0 = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K} = \frac{18}{0,289 \cdot 1,12} = 55,61 \text{ mm}^2 \quad (15)$$

Kde:

$S_0$  – průřez sedla pojistného ventilu [ $\text{mm}^2$ ]

$Q_p$  – pojistný výkon = jmenovitý výkon zdroje tepla [kW]

$\alpha$  – výtokový součinitel viz výrobce[-]

$K$  – konstanta je závislá na stavu syté vodní páry, pro otevírací přetlak pojistného ventilu 250 = 1,12 [ $\text{kW} \cdot \text{mm}^{-2}$ ]

Navržen pojistný ventil firmy Honeywell SM120 ½ A, průřez sedla 201  $\text{mm}^2$ .

Připojovací rozměry ventilu pro vstup ½ a pro výstup ¾.

## Návrh a výpočet expanzní nádoby

Expanzní nádoba není součástí kotle, proto je nutné navrhnout její velikost, výpočet vychází ze vztahů [8]:

**Zvětšení objemu teplotnosné látky (vody) v otopné soustavě ohřátím je:**

$$\Delta V = \Delta v \cdot V \quad [l] \quad (16)$$

Kde:

$\Delta V$  – užitečný obsah expanzní nádoby, respektive zvětšení objemu teplotnosné látky v otopné soustavě, při její maximálně teplotě

$\Delta v$  – měrné zvětšení objemu teplotnosné pracovní látky na teplotě  $[l/kg]$  dle tabulky – pro  $t_{\max} = 75 \text{ } ^\circ\text{C} = 0,0254 [-]$

$V$  – objem vody otopné soustavě  $[l]$  = objem kotle (100l) + objem potrubí (42l) + objem otopných těles (108) + objem akumulční nádoby (550l) = 799 litrů

**Součinitel využití  $\eta$  expanzní nádoby :**

$$\eta = \frac{p_{a2} - p_{a1}}{p_{a2}} \quad [l] \quad (17)$$

Kde:

$p_{a2}$  – nejvyšší dovolený absolutní tlak = otevírací absolutní tlak pojistného ventilu  $[kPa]$

$p_{a1}$  – hydrostatický absolutní tlak  $[kPa]$

**Velikost EN s membránou  $V_{et}$  vypočítáme z upraveného vztahu:**

$$V_{et} = 1,3 \cdot \frac{\Delta V}{\eta} \quad [l] \quad (18)$$

Kde:

1,3 – koeficient bezpečnosti pro stanovení EN  $[-]$

$V_{et}$  – objem expanzní tlakové nádoby  $[l]$

$\eta$  – stupeň využití EN  $[-]$

**Počáteční přetlak  $p_{p1}$  vypočítáme ze vztahu:**

$$p_{p1} = \frac{\rho \cdot g \cdot h_{\max}}{1000} \quad [kPa] \quad (19)$$

Kde:

$\rho$  – měrná hmotnost teplotonosné látky při počáteční teplotě  $t_0=10\text{ °C} = 999,7\text{ kg/m}^3$

$g$  – tíhové zrychlení

$h_{max}$  – výškový rozdíl mezi těžištěm T vodního obsahu v EB a nejvyšším bodem pracovní látky v otopné soustavě s výškovou rezervou  $h_r [m]$

Pak

$$p_{p1} = \frac{999,7 \cdot 9,80665 \cdot 5,0}{1000} = 49,02 \text{ kPa}$$

Počáteční tlak  $p_{a1}$  vypočítáme ze vztahu:

$$p_{a1} = p_{p1} + p_B = 49,02 + 100 = 149,02 \text{ kPa} \quad (20)$$

Kde:

$p_B$  – barometrický tlak = 100 kPa

Vypočtenou hodnotu zaokrouhlíme a do výpočtu dosadíme  $p_{a1} = 150 \text{ kPa}$ . Podle vztahu 18 určíme součinitele využití  $\eta$  membránové EN, a to (dosazujeme v absolutních hodnotách):

$$\eta = \frac{p_{a2} - p_{a1}}{p_{a2}} = \frac{350 - 150}{350} = 0,57$$

Zvětšení objemu vody tedy dle vztahu 17:

$$\Delta V = \Delta v \cdot V = 0,0254 \cdot 799 = 20,30 \text{ l}$$

Velikost membránové EN potom vypočteme podle vztahu 19:

$$V_{et} = 1,3 \cdot \frac{\Delta V}{\eta} = 1,3 \cdot \frac{20,30}{0,4} = 46,30 \text{ l}$$

Dle katalogu výrobce zvolíme membránovou EN o velikosti 50l, jedná se tlakovou nádobu Reflex EN o objemu 50 litrů s maximálním provozním tlakem 3 bary. Expanzní nádoba může být provozována v topných soustavách s teplotou do 120 °C.



Obrázek P7-1 EN Reflex EN 50l

## PŘÍLOHA Č. 10

### Výpočet tepelné izolace potrubí

Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu.



Obrázek P8-1 Tepelná izolace PAROC [16]

#### Součinitel prostupu tepla válcovou stěnou [14]:

$$U_o \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2 \cdot s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}} \quad (21)$$

Kde:

$\lambda_t$  – součinitel tepelné vodivosti trubky – mědi = 372 W/m.K

$d$  – průměr trubky [mm]

$s_t$  – tloušťka stěny [mm]

$\lambda_{iz}$  – součinitel tepelné vodivosti izolace – PAROC = 0,036 W/m.K

$D$  – celkový průměr zatepleného potrubí =  $d + 2 \cdot \text{tloušťka izolace}$

$\alpha_e$  – součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolního vzduchu, pro zjednodušení se používá hodnoty 10 W/m<sup>2</sup>.K

Vyhláška č. 193/2007 stanovuje (s určitými výjimkami) povinnost opatřit rozvody pro vytápění a TUV tepelnou izolací a definuje tzv. "Určující součinitele prostupu tepla" v závislosti na DN izolovaných rozvodů viz TAB. Pro vnitřní rozvody plastových a měděných potrubí se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.

DN [mm]	U <sub>o</sub> [W/m.K]
DN 10 – DN 15	0,15
DN 20 – DN 32	0,18

TAB. P8-1 Určující součinitele prostupu tepla [14]

**Výpočet izolace pro trubku 35x1,5:**

Návrh tloušťky izolace 40 mm:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 372} \cdot \ln \frac{0,035}{0,035 - 2 \cdot 0,0015} + \frac{1}{2 \cdot 0,036} \cdot \ln \frac{0,115}{0,035} + \frac{1}{10 \cdot 0,115}} = 0,181$$

$$U_o = 0,181 \leq 0,18 \text{ W/m.K} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007}$$

Návrh tloušťky izolace 50 mm:

$$U_o = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot 372} \cdot \ln \frac{0,035}{0,035 - 2 \cdot 0,0015} + \frac{1}{2 \cdot 0,036} \cdot \ln \frac{0,135}{0,035} + \frac{1}{10 \cdot 0,135}} = 0,161$$

$$U_o = 0,161 \leq 0,18 \text{ W/m.K} \Rightarrow \text{VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007}$$

Izolace pro ostatní dimenze potrubí byly počítány dle stejného vztahu, velikost potrubí a potřebná tloušťka izolace je uvedena v následující tabulce:

Rozměry trubky	Tloušťka izolace
35x1,5	50 mm
28x1,5	40 mm
22x1,0	30 mm
18x1,0	30 mm
15x1,0	30 mm

TAB. P8-2 Tloušťky izolací trubních rozvodů